

MANUEL du SPÉLÉOLOGUE

R. de JOLY

Président-Fondateur de la Société Spéléologique de France

Membre des Académies de Montpellier et de Nîmes

COMMENT ON DESCEND SOUS TERRE

LE MATÉRIEL EMPLOYÉ
ET LA MANIÈRE DE S'EN SERVIR



- 2^{me} EDITION -
REVUE ET AUGMENTÉE

CHASTANIER FRÈRES ET AIMÉRAS
NÎMES
1943

Manuel du Spéléologue

COMMENT ON DESCEND SOUS TERRE

Le matériel employé et la manière de s'en servir

1° : EXPOSE

Si les explorations souterraines n'avaient pas donné de fructueux résultats pratiques et scientifiques, ainsi que de saines émotions à ceux qui s'y consacrèrent, j'hésiterais peut-être à écrire ces lignes. Sollicité par des correspondants, je crois que c'est faire œuvre utile que d'indiquer non seulement l'outillage nécessaire, mais encore les précautions indispensables pour protéger autant que faire se peut l'existence des spéléologues.

Toutefois, une crainte m'assaille : celle de voir ces principes, ces trucs rapidement oubliés ou non appliqués car « il n'est qu'une expérience : celle qu'on acquiert soi-même »... mais en passant outre, je vais faire part de celle acquise — sans anicroche — au cours de plus de sept cents explorations.

II° : EQUIPEMENT

(a) **COSTUME** : Contrairement à ce que font beaucoup de débutants, on ne doit être revêtu que de vêtements en parfait état et judicieusement adaptés. Il faut bannir toutes les vieilles hardes, sous peine de se trouver sous terre aux prises avec de sérieuses difficultés et des souffrances accrues.

✓ (b) **CHAUSSURES** : L'espadrille est à rejeter car si elle adhère bien sur le rocher sec elle ne vaut rien dès qu'il est humide ou argileux ce qui est le cas général sous terre. De plus elle n'a aucune résistance, s'use très vite et s'effiloche. glisse sur les échelles ne tient pas la cheville, et ne protège pas des blocs basculants sur les pieds. ✓

A notre avis, seule la botte de cuir montant sous le genou est pratique ; le cuir sera de phoque ou de veau chromé traité au suif. Il sera durable et ne craindra pas l'eau étant très imperméable. La semelle sera de cuir épais et le talon de caoutchouc vulcanisé à pointe en forme de pyramide à base carrée. Ce dernier permettra de tenir sur le rocher sec et amortit considérablement le choc pendant la marche. Le ferrage a une très grande importance et on devra éviter tous les systèmes employés pour la montagne, les conditions d'utilisation n'étant pas les mêmes. Petits clous, pointes à facette, ailes de mouche, alourdissent et ne valent rien sur l'argile. Voici comment est le modèle qui a fait ses preuves.

Sur une bande d'acier inoxydable de 2 centimètres de largeur et 3^{mm} d'épaisseur entièrement percée de trous pour l'allègement, entre les points de rivetage on placera des clous cylindro-coniques en nickel-chrome longs de 3 centimètres et très acérés. Ils seront au nombre de 6, aux endroits qui auront le plus de chance de rencontrer des aspérités au cours des escalades. Grâce à leur petit nombre et à leur forme ils pénétreront dans la roche ou s'encastrent toujours dans une fissure d'où la parfaite tenue sur le « dur ». Si on rencontre l'argile en plaque, elle sera perforée jusqu'au rocher. Si on évolue sur de grandes épaisseurs de glaise, la retenue sera excellente. Le poids total du corps sur une pointe assurera l'explorateur contre la glissade à cause de la grande pression exercée. (pression unitaire) De plus sur les échelles un barreau se trouve toujours entre deux ou quatre pointes et aucun dérapage n'est à craindre.

Il faut que les lacets de cuir de marsouin (les seuls durables) soient enfilés dans des œillets et non montés sur des crochets car ces derniers ont le redoutable inconvénient d'immobiliser l'explorateur sur les câbles des échelles à mon-

tants à câble d'où à la fois un surcroît de fatigue énorme et la détérioration de ces agrès.

Une coquille en aluminium embouti recouvrira les doigts de pied pour protéger d'abord l'extrémité des bottes de l'usure, et ensuite des pierres qui basculent.

Il faudra fréquemment enduire les bottes de graisse spéciale ou d'huile de phoque.

Un soufflet en chevreau suiffé bien cousu fermera la botte sur toute la hauteur du laçage, pour garantir l'étanchéité (Pl. 1, photo 1).

(c) **CHAPEAU** : Le casque de tranchée est dangereux et fatigant à cause de son poids. Si au cours d'un trajet dans une verticale il tombe sur un aide se trouvant au dessous, sa masse pourra le blesser. Tenant mal sur la tête malgré la jugulaire, il risquera souvent de s'échapper. Le béret, non plus, ne vaut rien, car il n'aura pas la forme convenable pour recevoir la lampe frontale, dont il est question plus loin. Seul le casque en caoutchouc-mousse épais au sommet de 4 centimètres et sur le tour de 2 c.5 convient. Une petite visière ovoïde bordera le couvre-chef au bas et tout le tour, pour protéger des rayons lumineux de la lampe et des chocs en cas de chute. Ce type de casque nous a protégé de la mort bien des fois, soit par des pierres, soit pendant des chutes sur des rochers. Son poids est très faible (220 gr.) et sa nature même en fait une bouée en cas d'immersion. Malgré sa parfaite adhérence sur le crâne il faut deux jugulaires : une au menton et l'autre occipitale. Comme il est chaud à porter, à part dans certains gouffres particulièrement froids il est préférable qu'il possède des trous latéraux de ventilation. Une sorte de housse en toile de lin le rendra imperméable à l'eau dans le cas de manœuvres sous des cataractes, ou protégera du froid.

Sur la face inférieure de la visière et en arrière une petite boussole sera fixée afin de pouvoir la trouver à portée lorsqu'on sera dans l'eau en scaphandre-flotteur, par exemple, ou que l'on aura oublié celles en réserve.

Sa forme presque cylindrique facilitera le port du photophore qui n'aura pas tendance à remonter.

Pour la visite de certaines grottes ne présentant pas de danger, on pourra porter un feutre dont les bords seront découpés afin d'avoir une visière courte devant afin de ne pas gêner la vue pendant les reptations et dont le fond sera garni d'une plaque de caoutchouc-mousse de 4 centimètres. On sera ainsi protégé des chocs contre un plafond bas, mais en cas de chute, la garantie sera précaire.

Nous utilisons aussi dans les grottes un casque en fibre de fabrication anglaise : Richard A. Bathgate, de Liverpool,

Il est extrêmement léger (275 gr.) et ne tient pas chaud. Sa protection contre les chocs venant d'en haut est bonne car la répartition de la force vive est faite sur tout le crâne au moyen de sangles croisées, mais en cas de chute il est moins efficace que celui en caoutchouc-mousse.

(d) **GANTS ET BRACELETS** : Il est extrêmement important d'avoir les mains recouvertes de peau épaisse et très grasse et ce pour plusieurs raisons. D'abord pour éviter le contact des cordages ayant été touchés par des animaux en décomposition, ou même de ces derniers. Il est rare, sans protection de ne pas avoir de coupures et le chemin est ainsi ouvert aux infections entraînant des panaris, phlegmons, etc. Il faut donc éviter de se couper, or, les lames de calcite incluses dans les calcaires, tranchent comme des rasoirs, surtout dans les lits de cours d'eau souterrains où, plus dures elles ressortent. Certaines concrétions fines ressemblant à des coraux, transpercent aisément la peau. Avec des gants, le maniement des agrès est moins pénible, l'échauffement n'est pas à craindre. Si on a à utiliser des échelles en câbles d'acier aux barreaux minces leur contact sera moins dur. Pour prendre des notes on se dégagera pour trouver des mains à peu près propres. On évitera ainsi les gerçures. Lorsqu'on aura à effectuer une descente en tyrolienne rappelle les mains ne se brûleront pas tout en allant plus vite. Ils protègent aussi du froid.

Les gants à employer pour qu'ils soient durables seront de basane épaisse chromée et suiffée ou de chevreau ou de phoque.

L'argile s'y attachera moins et ils ne craindront pas l'eau. Il faut exiger une couture en fil sellier assez fort pour ne pas les voir se découdre en moins de deux heures. Quant aux vieux gants de ville leur durée sera moindre encore. Leur taille sera ample pour être vite quittés. Ils seront assez longs de la manchette, sans être à crispins, pour protéger les poignets.

Nous employons toujours des bracelets de cuir pour protéger les poignets et l'un d'eux porte une boussole soigneusement sertie dans du cuir. C'est celle qu'on consultera le plus fréquemment. Nous ne préconisons pas l'emploi de bracelet-montre, car à cet endroit, le garde-temps est soumis à trop dure épreuve. (Voir paragraphe : Montre).

(e) **ACCESSOIRES DE POCHE** : En tout premier : les briquets. Nous ne parlerons pas des allumettes impropres au service souterrain. Il faut toujours en avoir deux ou trois. Deux seront à essence et un à gaz, c'est-à-dire que tous fonctionneront au ferro-cérium, mais deux auront des réservoirs assez vastes pour durer et l'autre servira à allumer acétylène ou butane. Un de ceux à essence sera étanche à l'eau, pour le trouver en cas d'immersion, en bon état de fonctionnement. Il sera bon que l'un d'eux soit attaché au costume.

Un outil extrêmement utile est la pince universelle de petit format. Elle servira dans de nombreux cas. Un couteau possédant plusieurs lames (couteau Suisse) est indispensable, mais il faudra remplacer les flasques en fibre par d'autres en tôle d'Elektron, ou de nickel. En effet, celles en fibre gonflent dans l'eau et le couteau devient inutilisable. Il faut toujours avoir dans une poche, fil de fer fin (2 diamètres : 0^{m/m}5 et 1^{m/m}), et de la ficelle à fouet. De cette dernière il est bon d'en avoir une longueur de 25 mètres car elle sortira d'embaras, peut-être un jour, pour entrer en communication avec un aide. Une courte aiguille ou quelques pitons de nickel-chrôme (long. 15 cm., diam. 8^{m/m}, sont à conserver pour servir de prise dans une escalade. Un calendrier éphéméride est fort utile pour jalonner une caverne compliquée plus sûrement que tout autre procédé. Un serpent bleu ou jaune clair servira pour marquer des galeries terminées

comme visite, dans les labyrinthes. Papier, mouchoirs et carnet de notes termineront cette nomenclature.

Ce dernier mérite une mention spéciale.

Il faut un carnet à feuillets détachables pour enlever chaque jour les notes prises la veille. La perte d'un carnet contenant plusieurs explorations serait très désagréable. Sa couverture sera faite de cuir gras et d'Elektron en tôle, grâce à cela il sera léger et durable malgré l'humidité ou même l'eau. Un crayon non copiant attaché à la monture le complètera. Un crayon indélébile dans un étui de bois est aussi à mentionner.

Une montre est à posséder, mais ici encore ce n'est pas un vieil « oignon » qu'il faut emporter. Pas de bracelet-montre, car il y a trop de risques de le voir heurter les parois ou rentrer dans l'eau. Il faut une petite montre de gousset, mais il sera bon qu'elle soit à l'abri des chocs et étanche. Le type le mieux adapté est celui à boîtier en acier inoxydable, et indéformable aux fortes pressions (Ermeto). Le genre totalement étanche : Oyster s'il est dans un boîtier la protégeant des chocs est aussi convenable.

Nous voici maintenant équipé personnellement, mais il reste à nous occuper du matériel, ici encore chaque chose a son importance. Nous diviserons ce chapitre en deux paragraphes principaux.

III^o : MATERIEL POUR EXPLORATIONS SECHES

a) **CEINTURES** : Comme on le verra tout à l'heure, il n'est pas prudent de descendre à bras-francs à l'échelle et une corde de sûreté doit soutenir le spéléologue. La mettre directement autour du corps est fatigant et long à cause du nœud (nœud de chaise), en cas de suspension d'une certaine durée cela peut être dangereux. Le seul procédé convenable en toutes circonstances est la fixation à une ceinture de sûreté. C'est une sangle large (genre de pompiers) parfaitement fermée autour de la taille par deux courroies solides ou une corde placée de manière spéciale. Des mousquetons que nous allons décrire seront fixés sur la sangle.

Le premier sera celui de la corde de sûreté, et le modèle du commerce le plus convenable est un mousqueton sellier (pour trait de charette). Il sera fixé près de la sangle, de façon très soignée (cuir épais, ou sangle spéciale, courroie balata) avec des rivets aluminium).

Le deuxième sera celui de repos ou de manœuvre. De forme absolument différente, très facile à ouvrir d'une seule main, il sera monté au bout d'une corde mince (de 2m.50 de long), mais susceptible de porter un homme. On comprendra plus tard pourquoi. Cette corde aura subi un pliage tel que le mousqueton en temps ordinaire sera à 30 cent. de la ceinture et accroché provisoirement à portée de la main.

Le troisième sera celui qui portera la bouteille-réservoir (ou le générateur) à gaz et sa position la meilleure est un peu en arrière de la hanche droite. Il n'aura pas besoin d'avoir la robustesse des deux autres.

(b) **CEINTURE A PLATEAU** : Si nous n'avons pas employé les systèmes de nos devanciers dans ce métier spécial, c'est que nous avons jugé que le chef d'expédition a tellement besoin d'avoir ses mouvements libres qu'il ne doit pas être assis surtout sur un objet rigide. Il doit pouvoir maintenir la station droite pour pouvoir être à même de monter ou descendre sur les échelles. Toutefois, il faut avoir dans le matériel un dispositif pouvant permettre de sortir un blessé évanoui ou non. C'est dans ce but que j'ai créé la ceinture à plateau. Ce dernier au dessus de la tête sert à protéger des avalanches de pierres car son montage à fixation centrale évite que l'inertie du projectile exerce une traction sur la corde de retenue. Il peut osciller autour du point d'attache et du coup rejette la pierre loin de l'explorateur. Un trou au centre du plateau de duralumin laisse passer les regards vers le haut. Cette ceinture se compose d'une sangle feutrée entre les jambes et d'une autre réglable autour des reins. Les cordes qui tiennent cet ensemble passent devant et derrière chaque bras, d'où une tenue parfaitement équilibrée. Cet appareil peut permettre à une personne non entraînée de descendre ou de monter une longue verticale

sans fatigue. Son poids est de 2kgs environ. Des raccords à prise de courant peuvent rejoindre le poste téléphonique de cou à la corde téléphonique si on utilise celle-ci pour suspendre la ceinture à plateau (Pl.: II) (Photo 2).

(c) **CORDAGES**: C'est un chapitre important dont la méconnaissance peut entraîner de graves ennuis sinon des accidents fâcheux.

Il importe de savoir que l'utilisation que nous en faisons sous terre les met vite hors d'usage. Le « raguage » (frottement), l'argile, l'eau sont de puissants agents de destruction. De l'avis même des fabricants, il est préférable d'employer le MANILLE, car il est moins putrescible que le chanvre, mais sa qualité devra être exceptionnelle (brins longs). Le manille donne, lorsque la corde est bien faite, une résistance (sous une humidité de 100/100) de 1.000 fois le poids du mètre. C'est-à-dire qu'une corde de 16^{m/m} de diamètre dont le poids est de 0,175 le mètre, cassera à 1.750 kgs.

En spéléologie, la question du poids est importante mais n'est pas primordiale comme en alpinisme, on pourra donc prendre tout au moins pour les cordes de descente, des diamètres un peu plus importants. Pour celles qu'on emportera au fond on ne dépassera pas 11^{m/m}, mais elles devront toujours être à l'état de neuf. 13^{m/m} ou 14^{m/m} convient parfaitement pour celles de descente. Il sera préférable de les commander à quatre torons, ce qui permettra au besoin d'en faire des échelles.

Il est bon d'avoir avec soi :

Une corde de 100 m. de 13^{m/m} pour descendre les aides.

Une cordelle de 100 m. de 7^{m/m} pour descendre le matériel.

Une corde téléphonique (voir paragraphe particulier) de 150 m. de 14^{m/m}.

Un jeu de cordes (pour les tyroliennes, rappels, etc.), de 20, 30, et 50 m. en 9, 10 et 11^{m/m}.

Il sera bon de faire une ligature de ficelle de couleur (souvent à remplacer) au milieu des cordes de rappels pour éviter de chercher ce point.

Les gances seront garnies de ficelle à fouet pour les protéger de l'usure des mousquetons.

1) **Corde téléphonique** : Afin d'éviter la gêne considérable que représente un fil électrique en plus de cordes de sûreté dans un gouffre, j'ai créé une corde possédant à l'intérieur de ses torons le câble isolé de cuivre conducteur. Pour éviter que ce fil qui devra être très souple, c'est-à-dire composé de 40 à 50 fils de cuivre rouge pour un diamètre de 10/10^m (1^{m/m}), ne subisse des allongements préjudiciables, il faudra que la corde téléphonique ait au moins 14^{m/m} de diamètre. Son coefficient de sécurité sera de 13 à 14, donc de touf repos, autant pour celui qui sera pendu au bout que pour les conducteurs électriques.

Cette corde pèse 14 kgs avec ses raccords à prises de courant. A chacune de ses extrémités on devra en effet avoir des fiches en fibre permettant de raccorder instantanément les postes téléphoniques. (Voir paragraphe particulier : Téléphones).

Il faudra veiller à ce que cette corde ne fasse pas de « coques » en arrivant sur la poulie par suite d'un mauvais dévidage, sans quoi les fils électriques sortiraient des torons et s'usant sur les parois se mettraient à la masse ou se court-circuiteraient. D'où, panne grave.

2) **Cordelle** : L'expérience prouve qu'il est indispensable d'avoir un dévidoir composé d'une feuille d'aluminium bordée sur fil de fer galvanisé, sur lequel il y aura 100 m. de cordelette de 4^{m/m} terminée à une extrémité par un petit mousqueton. C'est avec cette grosse ficelle qu'on établira la liaison entre le bas et le haut d'un puits en maintenant toujours attachée la corde qui vient de servir à remonter un aide. Si on ne prend pas cette précaution surtout lorsque l'aven n'est pas absolument vertical ou composé de puits parallèles, on devra attendre longuement que les collaborateurs d'en haut vous fassent parvenir la corde de sûreté qui aura peut être passé entre des barreaux de l'échelle. (Pl.: II, photo 1).

Toutes les cordes devront avoir une extrémité « gancée » et l'autre lisse. Le bout gancé servira dans le mousqueton de ceinture, pour ne pas avoir à faire de nœuds et le lisse sera indispensable pour éviter des accrochages du brin tiré dans les rappels.

(d) **Freins** : Pour éviter que le personnel à la bouche ne soit trop nombreux et pour lui économiser de la peine, j'ai imaginé un genre de frein très vite posé supprimant les nœuds. Au bout d'une corde de 12^{m/m} se trouvent deux sortes de patins de forme particulièrement étudiée au dessus desquels on peut serrer au moyen d'une manivelle, une plaquette pinçant la corde. Ces deux patins ne seront pas placés parallèlement et susceptibles de serrer chacun une corde de diamètre différent. Grâce à ce dispositif attaché à un arbre ou un rocher, pendant une station de l'explorateur, les aides peuvent s'occuper d'autre chose. Etant en aluminium coulé, leur poids est minime, ainsi que leur encombrement. (Pl. II, Photo 3).

(e) **POULIES** : A part le type de poulie marine en bois à gancer sur une corde aucune poulie du commerce ne convient à nos travaux. Le type le meilleur est celui constitué par deux flasques larges en duralumin ou elektron, et un galet en bois (gaiac), le tout assemblé avec des rivets en tube d'acier d'un côté et un boulon sur entre-toise de l'autre. Ce boulon ayant un écrou à oreilles, on pourra le dévisser pour enlever la poulie de la corde ou faire « sauter un nœud ».

Nous employons aussi une poulie en acier forgé qui s'ouvre latéralement pour passer un nœud ou la poser n'importe où sur la corde. Son poids est très supérieur à l'autre modèle du fait même qu'elle doit conserver une grande rigidité et qu'un seul bras peut porter toute la charge.

Les axes de galets sont en tube d'acier de gros diamètre (25^{m/m}) et minces (2^{m/m}) pour éviter le poids.

Toutes les poulies seront montées sur cordes qui joueront le rôle d'émerillon et permettront toutes les combinaisons

pour résoudre le problème des fixations d'agrès. Une double corde partant de la poulie est très pratique car elle permet une fixation précise en un point particulier de la bouche d'un aven. (Pl. II, photo 4).

(f) **GALETS** : Dans le cas où le puits est dans une paroi, autrement dit s'il ouvre en porche, il est impossible de fixer la poulie, c'est dans ce but que j'ai imaginé les galets. Composés de trois éléments souples en duralumin coulé en forme de V ouverts et de trois galets de bois tournant librement sur des axes en laiton. On les disposera sur l'échelle à l'endroit où elle s'enfonce dans l'aven, là où les cordes qu'on placera sur ce chemin roulant ne froteront pas et l'effort sera diminué. (Pl.: II, photo 5).

La pose des galets est très rapide, et elle évite de faire le tour de la bouche de l'aven (ce qui est parfois difficile à cause de la végétation) et de mettre une poulie.

Les trois éléments accouplés par des charnières épousent la forme du rocher, convenant dans presque tous les cas, on utilise souvent cet appareil.

(g) **APPAREILS DE FIXATION RAPIDE** : Il faut avoir à la bouche des puits et sur soi des moyens pour faire des attaches rapides évitant les nœuds. Nous employons :

a) les cabillots : morceaux de cordes de diamètres divers (de 4 à 11^{m/m}) de 30 cm de long. environ possédant d'un côté une barrette transversale de buis décoletté de façon spéciale (en usage dans la marine) et de l'autre une gance pouvant laisser passer la barrette.

Nous en avons en câble d'acier à barrette d'acier, ce qui diminue l'encombrement, et évite, par sa nature, le retrait des cordes mouillées).

b) Depuis la demande de notre Collègue G. de Layaur de Laboisse, nous employons généralement un morceau de corde portant à chaque bout un raccord NiCr du type utilisé pour le raccordement des échelles. Plus rapide d'emploi, et ne craignant pas l'humidité, c'est certainement la plus commode des fixations pendant les raccourcissements d'échelles faits par l'explorateur lui-même au cours de sa remontée.

(h) **EHELLES** : Nous n'avons jamais utilisé le type d'échelle de commerce destiné aux puisatiers, ravaleurs à cause de leur poids exagéré (1 kg par mètre), de leur largeur et surtout des bouts de barreaux dépassant de plusieurs centimètres au delà des fixations de cordes. On comprendra en effet que ce défaut procure des accrochages rendant toute manœuvre difficile.

Le poids est un double ennemi : Par la dépense qu'il entraîne et la fatigue qu'il cause : la corde lourde est plus chère. Transporter les agrès, et les manœuvrer dans les puits devient pénible ou impossible. C'est pourquoi j'ai adapté ces agrès au travail qu'on leur demande, en établissant les modèles suivants.

(A) **CORDES et BOIS** :

1) **Larges** : D'une largeur de 30 cent. pouvant permettre une station assise sur un barreau en passant les deux jambes avec des barreaux de 25 m/m de diamètre dont le profil est étudié pour la meilleure utilisation du bois de frêne et montés sur des cordes de divers diamètres, ce modèle sera utilisé comme « tête » d'échelle dans les puits profonds. Les cordes sont de 12 ou de 13 m/m. Le poids est de 370 gr. environ au mètre.

Nous avons aussi un modèle de 25 cent. de large avec des barreaux un peu plus minces et des cordes de 11 m/m. Poids : 350 gr./m.

2) **Etroites** : De 14 cent. de large, ce modèle un peu plus difficile à gravir est très pratique dans les puits en hélice et plus léger : 250 gr./m. La corde employée est de 10 et 11 m/m. (Inventée par les Italiens pour leurs grandes explorations).

Toutes ces échelles ont leurs barreaux fixés avec du ruban de chatterton. Après de nombreux essais pour les ligatures, c'est certainement ce dernier qui donne les meilleurs résultats. Durable, protégeant bien les cordes à l'endroit du renflement dû au barreau, ne glissant pas, c'est certainement la fixation la plus sûre. Toutes ces échelles ont les cordes au ras de l'extrémité du barreau. Nous n'employons pas de

PL. I

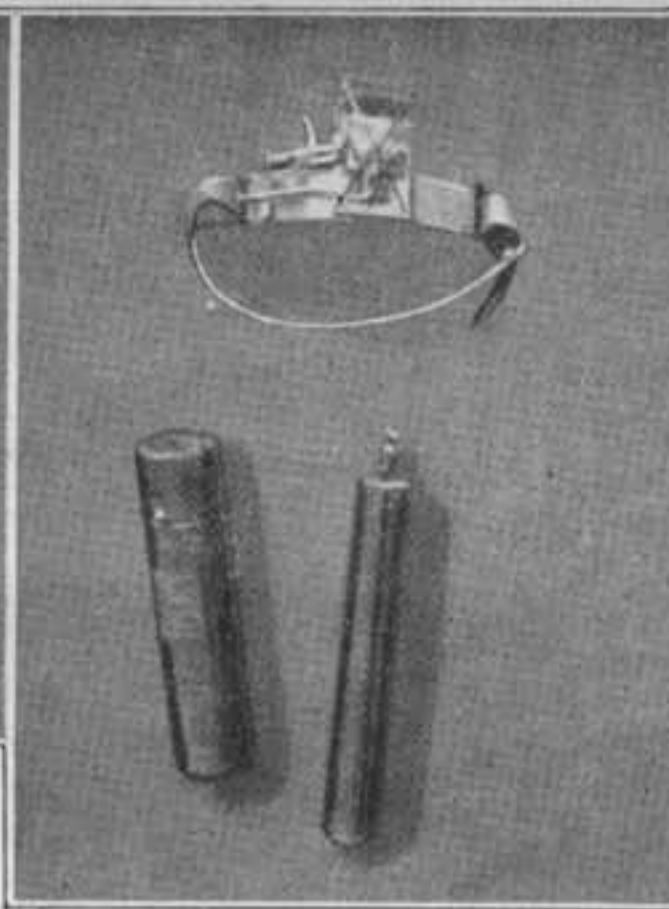
1

2

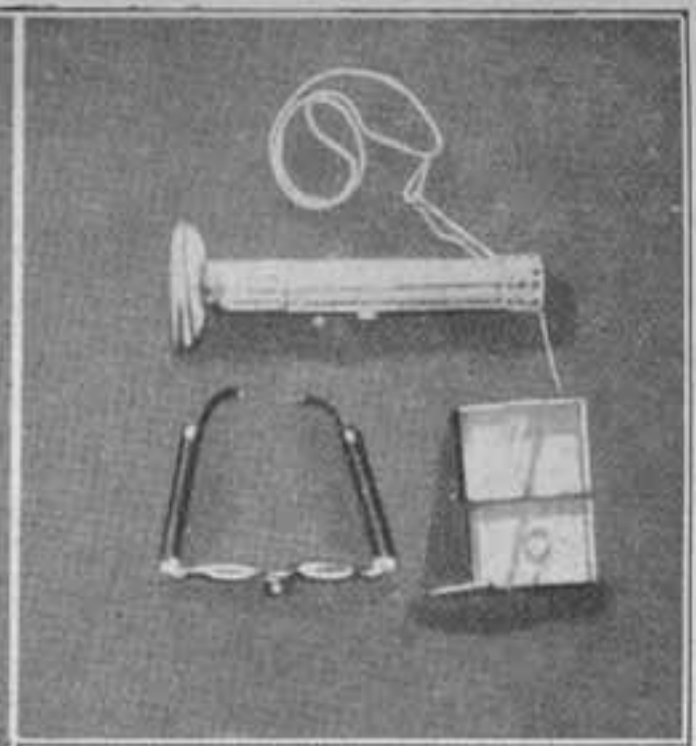
3



Bottes spéciales avec coquille de protection des orteils, patin à pointes et talon caoutchouc.



En haut : Photophore portant (vers la gauche) le briquet.
En bas à gauche : bouteille à acétylène.
En bas à droite : bouteille à butane.



En haut : torche électrique.
En bas à gauche : lunettes électriques.
En bas à droite : lampe à ruban de magnésium ouverte).

PL. II

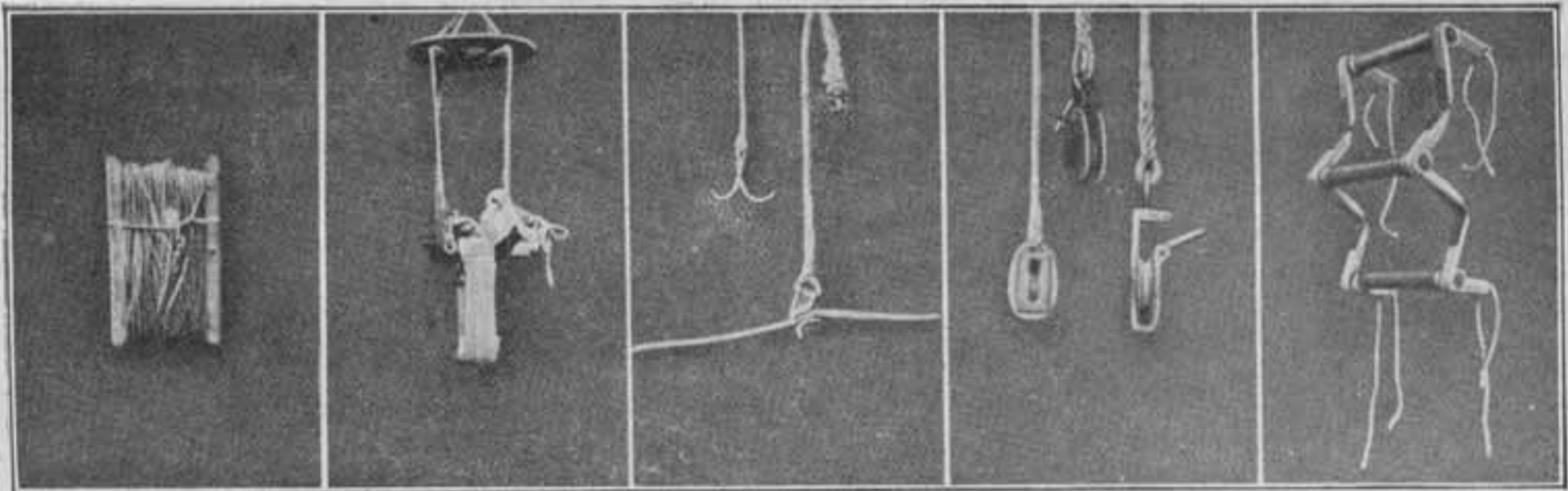
1

2

3

4

5



Cordelle de 100 m.

Ceinture à plateau

à gauche : ancre d'abordage.
à droite : freins de corde dont un est en service (en bas)

POULIES

à gauche : poulie légère.
au milieu : poulie aluminium.
à droite : poulie d'acier ouverte

Les Galets

nœuds pour cette fixation car c'est surcroît de poids, d'encombrement et un affaiblissement de la corde (Pl. III, photo 1).

(B) TYPE ACIER ET ELEKTRON : Malgré la commodité relative du modèle étroit avec les matériaux courants, j'ai inventé un agrès qui est à peu près de chose près du poids au mètre d'une forte corde, pratique à manœuvrer, ne s'accrochant pas, d'un très faible encombrement et extraordinairement léger. En consultant le tableau ci-contre, on pourra en juger. Evidemment, ces échelles demandent une certaine pratique pour y grimper et les stations y sont pénibles, mais cet inconvénient est compensé par de tels avantages qu'on ne peut hésiter à en posséder une certaine longueur dans le matériel. L'Elektron, alliage métallique de densité, 1,8 a presque les qualités physiques de l'acier doux. Un barreau de modèle ultra léger pèse 7 gr. 5 ! Ce métal est celui qui sert à établir les carcasses des Zeppelins. Chaque explorateur peut transporter aisément en plus de sa charge habituelle 10 à 15 m. d'échelle de ce type.

Il existe trois types de ces agrès.

1° Lourd : Barreaux de 12 m/m, câble de 3 m/m 2, poids, le mètre : 110 gr.

2° Moyen : Barreaux de 12 m/m, câble de 2 m/m 4, poids, le mètre : 90 gr.

3° Léger : Barreaux de 10 m/m, câble de 2 m/m, poids, le mètre : 56 gr.

Les poids indiqués comprennent les raccords nickel-chrome fixés aux extrémités dont le poids de l'unité est de 30 gr. Il y en a 4 par échelle.

Le modèle léger est obtenu en employant un montage différent, et des fournitures de moindre diamètre. En général cette échelle n'a de raccords Ni-Cr qu'à une extrémité, d'où un gain de 60 gr. Elle est utilisée comme réserve à emporter par le chef d'exploration pendant les descentes ou dans les grottes.

Toutes ces échelles ont fait leurs preuves depuis cinq ans

et nos collègues de divers pays d'Europe en possèdent maintenant.

Nous avons créé (depuis la parution de la première édition de ce manuel) divers types d'échelle. Ils ont chacun leur utilisation et leur intérêt.

(C) **TYPE CABLE-CABLE** : C'est-à-dire que montants et barreaux sont en câble d'acier. Son poids est environ de celui du type d'échelle moyen et si son encombrement une fois roulé est extrêmement réduit, son utilisation est très délicate. En effet sous la charge, les « barreaux » n'étant pas rigides, les deux câbles-montants se rapprochent et la pose du pied à la remontée est très difficile. De plus son utilisation exige des gants. On ne saurait parcourir une grande longueur de ce genre d'agrès mais une dizaine de mètres en deux tronçons, nous ont rendu de très grands services, et roulés dans une musette avec deux cordelles de 7^{m/m} de 15 m. nous avons toujours sous la main le nécessaire pour vaincre une petite verticale imprévue. De plus, sur certaines pentes d'argile, lorsque les cordes sont totalement imprégnées et glissantes, on est très heureux de trouver ce genre d'agrès qui de 33 en 33 centimètres donne une retenue parfaite. On peut donc hisser un homme ou du matériel facilement.

Chaque échelle possède deux raccords nickel-chrome mobiles qui permettent de raccorder les éléments entre eux ou d'y attacher du matériel.

(D) **TYPE CABLE-BOIS** : Par suite de la pénurie d'Elektron, nous avons pu établir des échelles du même genre comme dimension et poids que celles en Câble-Elektron, mais où les barreaux sont en bois dur. La fixation des barreaux est faite au moyen de soudures d'arrêt. Le prix de revient est moins élevé.

Ce genre d'échelle est dit « flottant » car avec une enveloppe de caoutchouc-mousse très légère, le rouleau est maintenu sur l'eau. Ces échelles ont donc un certain intérêt pour les « naumachies ».

c) **RACCORDEMENT DES ECHELLES** : Toutes ces échelles, possèdent à leur extrémité deux raccords d'invention ita-

lienne à accrochage instantané. J'en ai modifié la nature et n'emploie qu'un métal particulièrement résistant : le nickel-chrome. En plus de cette qualité ils sont inoxydables et ne risqueront pas d'attaquer la corde ou le câble par la rouille. Nous avons pu employer des sections très faibles vu la résistance, donc gagner du poids. (raccord = 30 gr.) Jadis des attentes pénibles et fastidieuses étaient nécessaires lorsqu'on commandait « Allongez les échelles », il nous est arrivé d'attendre 10 minutes pour les deux nœuds, maintenant en moins de 30 secondes l'opération est terminée !

Si entre elles les échelles sont fixées par ces raccords, il en sera de même pour les attacher au sommet du gouffre ou en cours d'exploration.

(d) **FIXE-ECHELLES** : Suivant les cas, nous employons trois modèles de fixe-échelles. L'un d'eux est en câble d'acier dont les deux bouts sont raccordés et cet anneau possède deux raccords Ni-Cr. L'autre est en corde. Ces anneaux à raccords permettent diverses combinaisons d'attachages sur des rochers des stalagmites, des arbres, ou une barre à mine fichée en terre. On maille les raccords à ceux des échelles.

Le fixe-échelles à crochets est un appareil qui permet des allongements ou raccourcissements immédiats, puisqu'il n'y a qu'à poser un barreau (étroit ou large) sur les crochets disposés à cet effet. La patte d'oie du sommet est épissée à une corde assez longue pour atteindre un point d'attache près du puits (Poids, 800 gr.). (Pl. III, photo 3).

(i) **POULIE A ECHELLES** : Afin d'éviter les frictions des échelles contre les parois lorsqu'on les retire d'un gouffre, il est bon surtout s'il y en a une grande longueur, d'employer un appareil inventé à cet effet. C'est une sorte de large poulie pouvant recevoir le type d'échelles le plus large et tourillonnant sur un axe en tube d'acier. Cette sorte de galet possède des rebords pour maintenir l'échelle dans une position convenable, et est monté sur un triangle dont il représente la base. Grâce à un montage spécial, un des côtés du triangle peut s'ouvrir afin d'enfiler la poulie sur

une échelle en place sans avoir à en détacher l'extrémité. Comme cet appareil est monté comme le précédent au bout d'une corde, on peut régler son emplacement dans la bouche du puits pour éviter ces « ragages » causes des détériorations de ligatures de barreaux. Son poids est de 3 kgs. (Pl. III, photo 4).

(j) **EHELLES RIGIDES** : Dans de nombreuses explorations, il faut avoir des échelles rigides pour atteindre des couloirs surélevés ou des sommets de cascades inaccessibles autrement.

1) **TYPE BOIS** : L'avantage de ce modèle est sa flottabilité, mais un grave inconvénient est son encombrement car elles ne sont pas démontables pour le transport. Le bois utilisé pour ces échelles doit être le frêne. En principe, on n'emporte cet accessoire que pour un but bien défini, c'est-à-dire après qu'une reconnaissance a montré qu'il est indispensable.

2) **TYPE METALLIQUE** : Nous avons imaginé un type d'échelle pouvant être facilement transporté car il est démontable en éléments légers longs de 1 m. 50 au plus. On procède montage sur place quand l'emploi en est obligatoire. On peut donc avoir 3 échelles de 1,50, puisque le total est de 4,50 ajoutables bout à bout. Etant en tubes d'acier à la fois pour les montants et pour les barreaux, son poids n'en est pas excessif. (12 kgs). Cette échelle peut servir de pont sur des marmites de géant ou sur des puits. L'extrémité supérieure peut permettre la fixation rapide de deux tubes de 50 cent. de longueur, destinés à jouer l'office de crochets pour d'une part écarter l'échelle de la paroi, ou d'autre part l'accrocher dans une anfruosité (Pl. III, photo 2).

Il existe dans le commerce des échelles métalliques repliables dont le volume est très réduit. Une fois fermées elles ont l'aspect d'un tube complet. Ce tube contient les barreaux. La rigidité n'est pas très grande dans le cas de l'emploi comme pont et leur longueur insuffisante.

Mats et échelles de perroquet : Certains de nos collègues

(N. Casteret et P. Chevalier) emploient avec succès des mats.

Faits de tubes d'acier emmanchables bout à bout comme les montants de notre échelle métallique, on peut en avoir une grande longueur. Toutefois, la flexibilité limite cette extension, même en adaptant judicieusement l'épaisseur des tubes employés. On a essayé de haubanner ces tubes, mais le montage est alors fastidieux.

On peut en disposant des barreaux courts de 33 en 33 centimètres en faire une échelle de perroquet, mais les trous destinés à recevoir ces chevilles affaiblissent le tube-montant.

(k) **PITONS**.— Il est bon d'avoir sur soi un ou deux pitons d'alpinistes en duralumin de préférence pour le cas où on ne trouverait pas de prise dans une escalade difficile. Mais sous terre, les fissures sont plus rares qu'en surface à cause de leur colmatage par la calcite et leur emploi sera peu fréquent. Dans des cas tout à fait exceptionnels, on ne trouvera rien pour attacher la tête d'échelle et on devra fixer un piton. Si aucune fissure n'existe on emploiera avec succès la trousse imaginée à cet effet. Elle consiste en un « tamponnoir », sorte de burin cylindrique possédant des dents à une extrémité et un trou de dégorgement dans l'axe du cylindre que l'on frappe avec un marteau à manche court. Avec de la patience on fore un trou régulier de 6 cent. de profondeur. Il ne reste plus qu'à mettre à l'intérieur un tampon « Gollot », se trouvant dans le commerce, ce qui est fait en quelques secondes puisqu'il ne s'agit que de visser un anneau dont une extrémité fileté se visse sur un cône qui, en remontant ouvre les trois branches extensibles et coinceront le tampon dans le trou. L'avantage de ce tampon est sa pose rapide, son retrait facile, et l'absence de scellement au ciment.

Nous employons aussi des « aiguilles » en acier Nickel chrome de 7 m/m, de 10 cent. de long. qu'on peut enfoncer dans les fissures. Mais, à notre avis, il est toujours préférable de faire un attachage même assez loin du bord du puits avec une corde. En cherchant bien, on trouvera toujours un rocher ou une stalagmite pour la ligature.

(l) **OUTILS DE DEMOLITION** : On doit toujours avoir en cours d'exploration un ou deux pics dit « têtus » de maçon solidement emmanchés avec des plaques de tôle rabattues sur le sommet et rivées dans le bois. Au bout du manche un trou dans lequel passera une sangle de cuir, de corde, ou de câble d'acier. Celle-ci servira lorsqu'on voudra porter l'outil au poignet, tout en conservant les mains libres.

Des grosses aiguilles en barre à mine (acier fondu) longues de 30 à 50 cent., devront compléter cet outillage. Elles serviront à éclater les roches et faire un passage.

Dans l'outillage de surface, il faudra posséder un levier en barre à mine, pointu à un bout et en forme de davier de l'autre. Sa longueur d'environ 1 m. 20 permettra de remuer des blocs lourds, et son poids permettra de l'utiliser pour éclater la roche.

Une pelle-bêche militaire servira à faire des tranchées dans la terre ou l'argile.

Dans l'outillage de surface, il faudra une scie égoïne à double denture, une hache, une serpe, afin de pouvoir déblayer la végétation qui gêne les abords d'un aven ou tailler des barreaux qui pourront être utiles au fond pour les coincements ou fixations d'échelles.

(m) **EXPLOSIFS** : Il est bon d'avoir 1 kg de cheddite, dont l'emploi, moyennant la précaution que nous allons indiquer, ne présente pas de danger :

On sait, en effet, que la partie dangereuse dans le travail du mineur est le bourrage sur le détonateur extrêmement sensible aux chocs à cause du fulminate de mercure qu'il contient. On emploiera donc un cordeau imperméable (dit cordeau « Eclair ») comme intermédiaire et on opérera le chargement ainsi : Introduire la charge de cheddite dans laquelle on aura introduit l'extrémité du cordeau spécial et dûment ligaturé le papier avec de la ficelle ou du chatterton. Ce cordeau absolument inexplosible sans un détonateur, pourra donc être bourré, tassé, cogné, sans risque, comme il aura été coupé avec une longueur suffisante pour avoir environ 10 cent. hors du trou, une fois le bourrage fini, on ligaturera (de

préférence avec du chatterton) le détonateur fixé au bout de la mèche à mines dont la longueur aura été calculée pour avoir le temps de se mettre à l'abri. Le mètre de cette dernière brûle en 90 secondes. Quant au cordeau on peut le considérer comme instantané puisqu'il déflagre à raison de 6.000 m. par sec. Ce cordeau peut servir à couper un arbre employé en quantité suffisante.

La cheddite comme ce cordeau peuvent être mis au feu ou recevoir des chocs sans danger.

Le transport des détonateurs devra être fait avec circonspection à moins qu'ils ne soient disposés dans une boîte étanche dont tout l'intérieur sera capitonné de caoutchouc-mousse et les détonateurs emballés séparément.

(n) **TREUIL** : Comme notre Maître E. A. Martel l'a dit, avec juste raison, « le treuil est un appareil dangereux » et j'ajoute, surtout s'il n'est pas adapté à ce travail spécial. C'est sa force même qui crée le danger et c'est pourquoi nous avons fabriqué un treuil sans démultiplication ne pouvant être manœuvré que par deux hommes. Ils sentiront ainsi ce qu'ils font et ne risqueront pas d'écraser l'explorateur.

Cet appareil pesant 15 kgs, possède sur son tambour 150 m. de câble d'acier cassant à une tonne (3^{m/m}, 2), un frein à mâchoires et un cliquet pour la remontée, ses pieds sont en tube d'acier et télescopiques pour pouvoir le disposer d'aplomb malgré un sol inégal. Sa fixation est spéciale car son poids ne saurait le faire tenir. En effet, c'est par une « patte d'oie » en cordes attachées à une corde de 14^{m/m} qu'on le fixe à un arbre, ou rocher, ou une aiguille. Le câble passera dans une poulie ou sur les galets (décrits plus haut) et la traction sera équilibrée par la corde d'attache. Cette force passe par le corps du treuil qui devra être exactement placé en ligne. (Pl. III. photo 5).

Nous avons établi pour nos collègues du C.A.F. un treuil à deux manivelles un peu plus important que le nôtre. Il est entièrement en tubes d'acier soudés à l'autogène. Les pieds télescopiques sont fixés au point voulu par des écrous à volant comme le réglage de leur longueur.

Le touret possède 300 mètres de câble 4^{m/m},7 enroulés sur une bobine métallique. Il est monté sur deux roulements à billes qui viennent prendre exactement leur place sur le bâti si on l'a enlevé pour le transport, son poids est avec le câble de 30 kgs 500.

Le treuil complet pèse 53 kgs 100.

Il possède un frein, garni de Ferrodo, réglable et un cliquet. Ce dernier peut être mis en action ou supprimé à volonté.

Les petits accessoires sont tous fixés sur le bâti.

Grâce à lui, avec un personnel très restreint, on pourra entreprendre des explorations profondes, et il rendra de grands services dans certains cas.

(o) ANCRE : Nous avons établi une sorte d'ancre à trois branches indispensable pour aborder dans les baumes de falaises. Construite en rondin de Nickel Chrome, elle est légère. Une cordelle fine et solide est fixée au centre. (Pl. II, photo 3).

(p) ECLAIRAGE : C'est ici un chapitre extrêmement important, car notre sécurité dépendra de sa bonne marche. Les pires ennuis peuvent survenir en cas de panne, il faut donc posséder des éclairages sûrs, mais encore en avoir de divers modèles.

Débutants ! méditez sur ce récit (publié par « La Revue Polytechnique » Genève 25/v/43, Bulletin de la Société Suisse de Spéléologie :

Une expédition imprudente dans la Grotte de Granges-Lens.

par J.-J. Pittard et J. Della Santa.

A 200 mètres de la gare de Granges-Lens, en direction de Saint-Léonard, près du sommet de la falaise qui domine une exploitation de gypse, on peut voir l'entrée d'une profonde cavité. Cette ouverture est due à un effondrement partiel du toit de la caverne, dont les fragments, énormes rochers, ont constitué, en s'entassant, un talus à pente très raide

au bas duquel nous trouvons une grande nappe d'eau souterraine.

Nous décidons de faire une simple reconnaissance, car le matériel d'éclairage que nous avons ce jour-là était insuffisant pour une véritable exploration. Le lac présentant de nombreux récifs, nous ne prendrons pas le bateau pour éviter de le détériorer sur des rochers, on s'agrippera autant que possible à la paroi en faisant son possible pour ne pas trop se mouiller, car l'eau est très froide ! Comme elle réfléchit la lumière provenant de l'ouverture supérieure, nous profitons de cette faible clarté pour faire nos préparatifs. Nous n'avons qu'une seule lampe à acétylène (l'autre a été accidentée la veille) dont le fonctionnement laisse un peu à désirer, et une boîte d'allumettes, cette dernière non étanche.

Nous partons et, tant bien que mal, on chemine en s'accrochant à la paroi de rocher, mais très vite il faut mettre les pieds dans l'eau pour trouver des prises ; bientôt la jambe toute entière y passe, puis nous avons de l'eau jusqu'au ventre. Mais enfin nous arrivons à une petite île, d'où l'on peut voir un deuxième lac qui semble très vaste. Il s'étend vers l'ouest, communiquant avec le premier entre des récifs. Devant nous s'étend une longue bande de terrain formée de roches entassées. Est-ce une presqu'île ? Nous décidons d'y aller, mais nous avons de l'eau jusqu'à la poitrine. Enfin, nous abordons sur une rive formée d'éboulis croulants qu'il faut escalader péniblement avec nos gros souliers pleins d'eau et nos salopettes trempées collant à la peau. Au-dessus de nous, la voûte est toujours aussi vaste. Au sommet, nous constatons que la grotte continue et un troisième lac, en relation avec le deuxième, s'étend devant nous. Une petite cascade se fait entendre dans le lointain. Faut-il continuer ? C'est imprudent, nos allumettes sont mouillées, la lampe a de petits choquets peu rassurants et nous sommes dans une caverne vraiment très vaste et pleine d'embûches.

— Allons encore jusqu'à ce promontoire ; l'eau n'a pas l'air très profonde, car il y a une sorte de gué qui sépare le deuxième lac du troisième.

— Oui, histoire de voir si ça continue encore beaucoup, puis nous reviendrons, car c'est un peu dangereux, étant donné notre matériel et le froid, de s'engager trop en avant.

La traversée du gué se fait facilement, les pieds dans l'eau. Nous voici devant un chaos de rochers parmi lesquels des blocs de charbon !! On marche, non sans peine, en suivant le bord du lac qui, peu à peu, fait place à une nappe d'argile presque liquide où nous faillimes nous enliser ! Enfin, le sol s'élève légèrement, l'argile plus dure, nous porte et nous remontons un petit ruisseau dont l'eau paraît un peu ferrugineuse ; nous voilà au fond de la caverne. Au fond ? Non, car la base de l'énorme voûte est percée : le ruisseau, en effet, sort d'une grotte où l'on peut entrer en se baissant et en rampant pendant une vingtaine de mètres. Ce boyau continue, mais notre lampe se comporte mal. Il faut rentrer au plus vite. Nous décidons de faire une exploration complète une autre fois. Et nous voilà marchant dans le lit du petit cours d'eau. En le descendant, nous constatons de curieuses formations ferrugineuses dans l'argile. Nous voici bientôt près du lac : attention au danger d'enlissement ! A ce moment, floup ! Une toute petite explosion et notre unique lampe s'éteint ! Plus d'allumettes sèches... une nuit effroyable nous environne et nous sommes sur un sol hostile !...

Quelques instants de silence lourd, troublé seulement par la cascabelle qui semble rire doucement en sautant de rocher en rocher... Il faut réagir.

— Tu entends le bruit de la cascade ?

— Oui, elle coule à notre droite.

— Il faut donc rejoindre l'éboulement en évitant de s'enliser et le suivre jusqu'au lac, où nous ferons notre possible pour trouver le gué.

Facile à dire ! Il faut se tenir par la main, avancer pas à pas, éviter de perdre la direction. Le bruit de la cascade nous guide, mais nous ne tardons pas à nous apercevoir qu'elle a un léger écho qui va bientôt nous compliquer terriblement la tâche.

— Crois-tu qu'on soit déjà au bord du lac ?

— Je vais voir. Non ! je suis dans la glaise molle...

tira-moi !

Enfin, voici de l'eau, mais où est le gué ? On essaie de traverser : plouf ! l'un de nous tombe dans une eau profonde. Il ne peut prendre pied, il nage, je le rappelle. Enfin, nous sommes de nouveau réunis sur un petit tertre. Les vêtements mouillés collent à la peau, l'eau est glacée, il fait vraiment très froid...

— Ecoutes, la presqu'île doit être devant nous. Nous ne trouverons pas le gué. Je vais partir à la nage. Tu restes ici et tu parles sans arrêt afin que je puisse me diriger en ligne aussi droite que possible. Dès que je serai de l'autre côté je t'appelles et tu nages dans ma direction en te fiant au son de ma voix.

— D'accord.

Il est parti ! J'entends sa respiration coupée par l'eau froide, je l'encourage. Le lac invisible clapote doucement ; quelle nuit épouvantable ! La lampe à acétylène, inutile, est abandonnée. Son gaz, qui s'échappe maintenant régulièrement fait entendre un petit sifflement moqueur... Enfin, mon camarade a traversé.

— J'y suis, mais ça n'est pas du tout semblable à la presqu'île : je suis contre une paroi de rocher. Viens toujours !

Et je nage à mon tour, tandis qu'il me signale sa présence. Où sommes-nous ? On grimpe en s'écorchant à des arêtes de rocher qu'on ne voit pas. On monte encore. Nous sommes au sommet de cet escarpement inconnu. Il faut redescendre sur l'autre versant en rampant. Le premier glisse et tombe dans un trou plein d'eau : encore un lac ? Ecoutons le bruit de la cascade : très atténué, il paraît être devant nous !

— On a tourné sur place !

Contusionnés, meurtris, gelés, nous sommes anéantis un moment.

— Non, ce doit être un écho ou d'autres gouttes d'eau qui tombent ailleurs.

Que faire ? Aller droit devant nous ? Si nous sommes en face d'un deuxième lac dont nous n'avons pas vu l'extrémité nous risquons de nous perdre ! Attendre ici un secours pro-

blématique ? Personne ne sait où nous sommes et cette caverne est inconnue... Non il faut partir, et nous décidons de suivre le rivage jusqu'au bout. Mais que de difficultés. Nous devons nous traîner sur des roches branlantes et de temps en temps nager dans cette eau invisible.

— Arrêtons-nous ! Si nous sommes sur une île, nous risquons de tourner longtemps autour et il est difficile dans un tel chaos d'avoir des points de repère que l'on puisse reconnaître au toucher. Que l'un de nous s'en aille en avant. L'autre restera là, et, en se parlant on connaîtra notre position respective.

Je m'éloigne, trébuchant d'obstacle et obstacle, tombant dans des trous, en sortant laborieusement mais avançant quand même... Enfin ! très loin à ma droite apparaît une lueur, mais elle est si pâle... n'est-ce pas une aberration visuelle comme nous en avons eu plusieurs ? Non, c'est bien une lueur !

— Je vois de la lumière ! Viens !

Mon camarade s'avance cahin-caha et non sans peine me rejoint. A son tour il fixe le point que je lui désigne : oui nous allons pouvoir sortir ! Et nous partons, nageant l'un derrière l'autre, nous blessant les genoux à des récifs que nous ne pouvons distinguer. Le froid nous coupe la respiration, nous grelotons, qu'importe ! il faut aller vers la lumière. Elle grandit : c'est le blême reflet dans l'eau du pan de ciel découpé par l'ouverture de la falaise. Avançons encore, voilà le rivage où nous abordons, trempés, meurtris et fourbus. Nous remontons au jour et nous constatons que le soleil va bientôt se coucher : nous avons erré pendant cinq heures dans le noir le plus absolu. Encore une heure et nous ne trouvions plus l'entrée à cause de la nuit...

Nous décidons de refaire plus tard une expédition détaillée dans cette grotte, mais avec tout le matériel nécessaire : la leçon a servi !

(1) Bougies : Par sa sûreté et sa légèreté, la bougie restera l'éclairage de secours par excellence. Il sera employé pendant les longues stations, lorsqu'il n'y a pas de gros courants

d'air ou d'infiltrations. Toutefois, il vaut mieux employer de gros diamètres, les « falots » de la marine sont les meilleurs (4 cm de diamètre). Chaque explorateur devra en posséder au moins une dans sa poche. Nous avons pour les porter des supports frontaux évitant l'éblouissement obligatoire lorsqu'on la tient à la main et libérant cette dernière. Avec ce support aucun risque d'enflammer les cordages.

(2) Essence : Un photophore frontal, traité en lampe « Pigeon » donne sensiblement la lumière d'une bougie et dure vingt fois plus. Il est un peu plus lourd à porter.

(3) GAZ : (a) Acétylène : Depuis très longtemps nous n'employons presque que ce gaz. Les générateurs à carbure peuvent au besoin être utilisés, mais l'impureté du gaz procure des colmatages de becs et l'ennui du chargement. C'est donc l'acétylène dissous qui a nos faveurs. Les tubes pesant 1.200 gr. contiennent environ 12 h. d'éclairage avec un bec de 10 litres. Remplis à l'usine ces tubes reviennent assez cher. On peut les remplir par transvasement, mais cette opération nécessite de nombreuses précautions, nous n'en parlerons pas ici pour ne pas engager notre responsabilité. Il ne faut pas oublier que le C_2H_2 est dangereux lorsqu'il est comprimé, et, qu'il n'est soluble que dans l'acétone qui achèvera le remplissage des tubes où diverses matières poreuses sont introduites et tassées après un traitement spécial, ce sont : kapok, sciure de bois, charbon de bois, tourbe ou de composés céramiques seuls admis maintenant officiellement. Ceci dit pour éviter qu'on ne tente de garnir un tube creux ne contenant ni matière, ni dissolvant, car ce serait l'explosion certaine. (Pl. I, photo 2).

Bien entendu, il faut avoir un stock de ces bouteilles pour ne pas être pris de court lorsqu'on est loin de tout centre de ravitaillement (1.200 l., 500 l., 125 l.).

(b) Butane : Revenant moins cher et d'une manipulation plus facile, ce gaz est moins éclairant par sa constitution même : C_4H_{10} . L'abondance d'hydrogène oblige à le mélanger à l'air ou à l'employer sur un manchon « Auer », mais ce dernier

est très fragile. On peut l'employer en bec papillon moyennant une double détente, mais la lumière est faible et le bec s'éteint très facilement. Malgré ces inconvénients, c'est un excellent éclairage de secours, car on en emmagasine de grandes quantités dans des bouteilles d'acier très légères, sa pression ne dépassant pas 3 kgs (au soleil). Comme il liquéfie à 1 kg 6, c'est donc du liquide qui se trouvera dans le tube. Un réservoir de 20 h. d'éclairage pèse à peine 0 kg 500.

Sans précautions particulières, on peut transvaser le gaz d'un gros réservoir (du commerce) dans la bouteille d'exploration, il faut simplement maintenir couché le tube plein et vertical l'autre. Le prix de revient des tubes d'exploration est moins de moitié plus faible que celui de ceux à acétylène.

Le « Primagaz » peut être aussi utilisé.

(4) ELECTRICITE : Il est bon d'avoir en réserve un photophore électrique dans le cas où l'on rencontrerait le gaz carbonique ou des cataractes. L'ampoule est montée sur un support étanche et grillé, fixé sur une bande élastique. Les piles (type « ménage ») sont au nombre de deux, l'une en réserve et l'autre en service, dans une boîte contenant aussi deux ampoules. La boîte se porte à la ceinture.

L'éclairage assez faible obtenu au moyen de l'électricité est d'un prix de revient élevé.

En exploration, l'éclairage donnant par un pinceau lumineux n'est pas bon, à part pour faire une observation au-delà de la portée des lampes ordinaires, donc torches et lampes à main sont à n'employer que très rarement, dans des cas particuliers. (Pl. I, photo 3).

Nous avons aussi une paire de lunettes portant les piles sur les branches et l'ampoule entre les deux yeux ; son emploi est très pratique pour les recherches entomologiques.

(5) MAGNESIUM : Pour avoir une vue d'ensemble dans de vastes cavités on pourra avoir une lampe à ruban de magnésium, son poids et son encombrement sont faibles. Ce boîtier plat possède un rouleau sur lequel on fait avancer le magnésium, avec le pouce ; dès l'arrêt du mouvement, le

tube-guide éteint le magnésium. Nous avons aussi une lampe à dévidage automatique du ruban par un mécanisme d'horlogerie qu'un bouton commande.

(6) PHOTOPHORES : Naturellement, pour conserver aux mains, fort occupées par ailleurs, toute liberté, les becs ne feront pas partie des bouteilles. Les premières seront sur le front et les secondes pendues à la ceinture. Le bec est monté dans un support en aluminium ou en elektron maintenu sur le casque par une sangle élastique. A l'endroit voulu un briquet rivé sur la monture sert à allumer le bec en cas d'extinction pour une cause involontaire. Il est construit de telle façon qu'on peut obtenir l'étincelle du ferro-cérium même avec les doigts argileux ou mouillés. Le poids de l'appareil est de 100 gr. environ. (Pl. I, photo 2).

Comme dans certaines cavernes règnent de forts courants d'air, ou qu'on peut avoir à recevoir des douches sur la tête, nous avons établi un type de photophore où le briquet et le bec sont à l'abri derrière des feuilles de mica.

Un tube en caoutchouc entoilé très robuste accouple le réservoir et le bec. Il est assez résistant pour retenir le casque de caoutchouc si par inadvertance il a été arraché de la tête.

NOTA.— La lampe de mineur à acétylène à main présente un très grand danger à cause de son poids si on n'en a pas modifié l'attache par laquelle on la porte. Il faut en effet que le crochet soit supprimé et qu'un câble d'acier pouvant se passer au poignet y soit soigneusement attaché. La main est libre et rien ne risque d'accrocher les cordages. Le seul modèle convenable est celui qui a le bec au milieu d'une des génératrices du cylindre, devant un réflecteur portant une grille pour éviter l'incendie des agrès, ou des vêtements. Le modèle ordinaire de ces lampes est déplorable à cause de l'éblouissement qu'il cause au porteur et à ses aides et du danger qu'il présente pour les cordes. Il faut avoir plusieurs becs de rechange si on emploie ce type. Les montants du collier de la lampes porteront d'un côté un briquet et de l'autre deux becs en réserve.

(q) **TELEPHONES** : Les phénomènes de résonance font que dans les puits de plus de 30 m. en général la voix porte mal et il faut un téléphone pour donner des ordres. Comme le poids est toujours l'ennemi, nous avons monté des valises spéciales contenant pour le transport ; poste fixe avec piles et sonnerie, et poste mobile. Les extrémités de lignes possèdent des fiches multiples pour le raccord instantané avec celle de la corde téléphonique ou du dévidoir à trolley. Avec ce montage à batterie unique l'explorateur n'emporte avec lui que son combiné sur lequel est fixé la sonnette-buzer. D'un poids très faible, cet appareil peu encombrant est attaché au cou. (Pl. IV, photo 1).

Il est bon d'avoir deux valises complètes, car si le gouffre est profond il y aura nécessité d'organiser un relais à mi-profondeur avec ces deux postes, c'est-à-dire une ligne allant de là au fond et une autre à la surface.

(1) **Dévidoir à trolley** : La corde téléphonique ne suffira donc pas et on devra posséder un dévidoir à trolley que nous avons construit à cet effet. C'est une grosse bobine contenant 150 m. de câble trois conducteurs bien isolés sous caoutchouc et montée comme un treuil. Comme il fallait prévoir la nécessité de parler pendant un allongement ou un raccourcissement trois bagues en contact avec trois charbons spéciaux transmettent le courant continuellement. (Pl. IV, photo 2).

Ce treuil électrique possède des pieds spéciaux pouvant tourner sur leur point de fixation au bâti et glisser dans des coulisses afin de pouvoir être plantés dans le sol entre des pierres ou dans des fissures. Son poids avec 150 m. de câble 3 conducteurs est de :

Aucun grésillement n'est perceptible lorsqu'il se dévide pendant une écoute.

Une broche pendue sur le côté permet d'arrêter le dévidage au point choisi en bloquant le touret.

(2) **Sacoche** : Nous avons construit une trousse téléphonique légère (2 kgs) contenant 2 piles, un support en elektron contenant 80 m. de ligne et les deux combinés pour le cas où on aurait à établir une communication au bas d'un puits péniblement accessible au fond d'une grotte.

PL. V



(1)

La tenue de l'explorateur
photophore sur le casque.
A droite : sac à échelle elek-
tron.
A gauche : sac à appareils de
mesures.

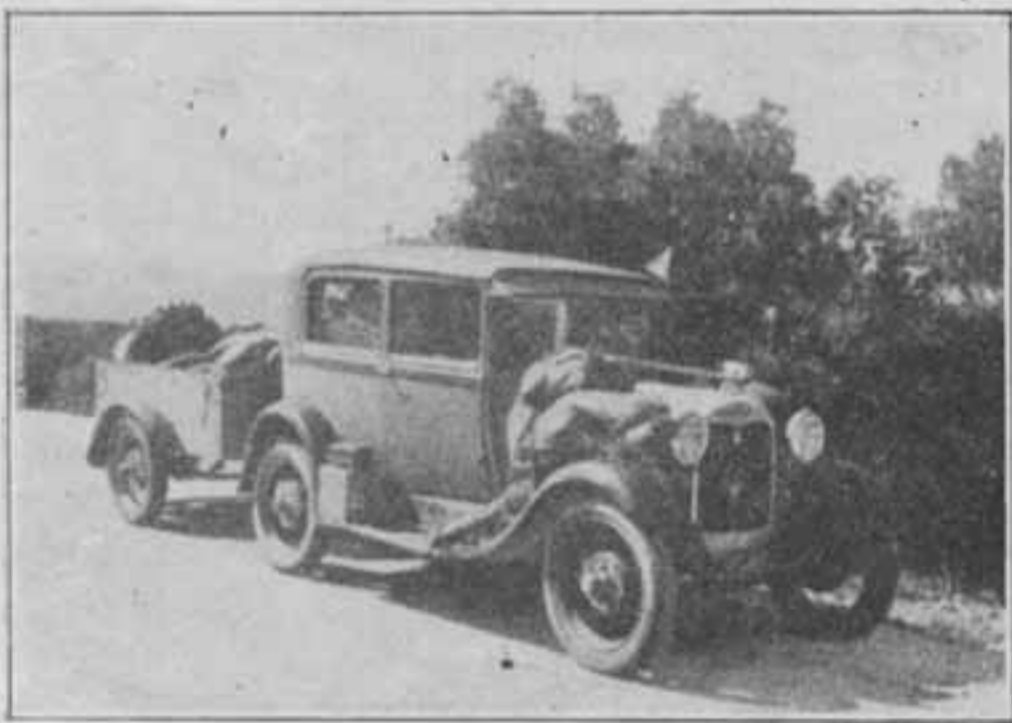


(2)

Scaphandre flotteur avec les
semelles de plomb, et gilet
de caoutchouc-mousse Des-
marquoy.

PL. VI

1



Voiture et remorque à matériel

2



Voiture et remorque-camping

(r) **SONDES (a) (Profondeur)** : Il fallait un instrument précis et léger, il a été réalisé au moyen d'un dévidoir en bois ou en elektron possédant deux poignées, l'une pour le dévidage, l'autre pour enrouler le fil. Ce fil sera celui que l'on emploie pour la pêche aux thons, il est solide et durable. Chaque mètre sera marqué par un nœud ce qui permettra pendant le dévidage de les compter. Tous les 10m. il y a un nombre de nœuds correspondant à la dizaine et contenant pour la première centaine un fil de couleur. Pour la deuxième centaine ce sera la même chose mais la couleur du fil des dizaines sera différente. Au bout du fil du côté du plombage, le dernier mètre sera double et son extrémité sera de fil d'acier supportant les plombs ovoïdes. Le poids de ceux-ci sera de 3 fois celui de toute la ligne. La sensibilité de cette sonde est très grande et on peut opérer des sondages dans l'eau. L'arrivée des plombs sur le sol se sent immédiatement.

(b) **Canne à sonder** : Comme on n'est jamais sûr que le plomb ait touché le fond, nous avons une perche en bambou dont l'extrémité possède une roulette. On peut donc relever la ligne et l'éloigner du relais dans certains cas. La sensibilité est augmentée.

(c) **(Hauteur)** : Jadis on employait les montgolfières, mais leur séjour en l'air est très limité et leur volume peut être gênant dans certains cas (sondages de fissures, puits verticaux).

Nous employons des ballons en baudruche gonflés avec de l'hydrogène. Ce gaz est transporté dans un petit tube éprouvé à 200 kgs par C₂.

Le ballon est attaché à un fil très fin et solide monté sur un dévidoir du type de celui de la sonde mais proportionné. Le poids du dévidoir est tel que le ballon gonflé ne peut l'emporter.

La trousse de sondage complète est de moins de 3 kgs.

IV^o : MATERIEL POUR EXPLORATIONS NAUTIQUES

(a) **BATEAUX** : Depuis la mise en fabrication en Allema-

gne, (continuée en France par un licencié (Plein-Air-Sports), de bateaux en caoutchouc sans membrure, les spéléologues ont un modèle d'embarcation admirablement approprié. Son poids très réduit, son encombrement dégonflé très faible, lui permettent de passer partout où un homme se faufile, sa grande résistance, sa formidable flottabilité, en font un instrument remarquable. Ajoutons à cela que sa pression de gonflage n'étant que de 6 grammes, on peut le remplir avec la bouche. Il ne se perce pas facilement et ne peut éclater, (Pl. VII).

Pour l'emploi que nous en faisons, c'est le modèle de 2 m. de long qui est le meilleur. On peut y tenir deux, donc faire une navette de service. Son poids est de 8 kgs, ce qui permet à un homme de le transporter aisément. Il est assez résistant pour supporter un homme monté sur le boudin même de champ comme cela arrive dans les lacs en diaclases étroites.

Il en existe de plus petits et de plus grands. Le modèle d'un mètre 20 peut rendre des services, mais on ne doit l'avoir qu'en plus de celui décrit plus haut. Quant aux autres, ils sont inutilisables, déjà lourds par eux-mêmes, s'ils sont pleins d'eau un homme ne peut que difficilement les retourner pour les vider.

Les embarcations pneumatiques doivent être munies du « Liston » ou cordelette faisant tout le tour du boudin de caoutchouc et fixée en de nombreux points. Elle peut être très utile dans le cas où un naufragé aurait à y monter ou à s'y cramponner, de plus pour les mises à l'eau ou certaines manœuvres elle rend de grands services. A chaque extrémité on devra y attacher par une gance une cordelette de 5 à 6 m. qui servira pour descendre le bateau dans les lacs en contrebas ou pour exécuter des va-et-vient sur des flaques n'exigeant pas une navette avec passager.

Il sera bon d'avoir dans la réserve une petite trousse à réparer les trous et composée de pièces de caoutchouc auto-adhésives et de dissolution de caoutchouc. Ceci dit dans le cas où on aurait percé le fond avec les crampons des bottes. Pour éviter cet inconvénient, nous employons une planche de contreplaqué peint doublée de caoutchouc mousse, où l'on

pose le pied en entrant dans l'embarcation. Pratiquement, la meilleure manière de s'y glisser est à plat ventre, ou à genoux, les mains et avant-bras sur le boudin. De cette façon on est sûr de ne pas « embarquer » de l'eau et de ne pas risquer de voir le bateau s'échapper devant soi. En cas de descente par l'échelle dans la nacelle on s'arrangera pour que cette dernière contienne en son milieu les derniers barreaux.

Nous avons établi un gouvernail en aluminium qui se pose au moyen d'une sorte de presse sur la nervure médiane, mais cet appareil n'étant pas utile sous terre, nous ne le décrivons pas.

Son gonflage habituel se fait au moyen d'un soufflet vissé sur la valve. Ce soufflet peut être à pied ou à main, ce dernier étant plus léger, il conviendra mieux pour les explorations. Comme il est dit plus haut, en cas d'oubli, ou pour certaines explorations où les objets à transporter sont à diminuer le plus possible, on pourra le gonfler avec la bouche.

Une précaution fort utile sera celle consistant en la fixation avec une ficelle de l'ensemble valve et chapeau de valve au liston pour parer à une perte éventuelle au fond d'un lac, d'une fissure impénétrable, ou un puits.

Dans certaines étroitures verticales et noyées on pourra faire passer un collaborateur non équipé du costume décrit ci-après, en transformant le bateau : en bouée molle, par un simple dégonflement ne laissant plus dans l'intérieur que ce qu'il faut d'air pour supporter le poids de l'homme. Son volume sera ainsi plus faible et tous deux passeront mieux, mais l'aide aura dû se mettre à l'eau jusqu'au cou.

(b) SCAPHANDRE-FLOTTEUR : Constitué par un costume de scaphandre maritime fait de deux épaisseurs de coton imperméabilisé renfermant une doublure de para pur, les manches terminées par des serre-poignets en caoutchouc vulcanisé et le col à coulisse, on aura là un vêtement permettant d'affronter toutes les difficultés présentées par les rivières souterraines. Bien entendu il faut que les pieds soient lestés de semelles de plomb d'un poids à déterminer pour l'utilisateur. Il est de 2 kg 500 par pied pour un poids de 65 kgs environ.

Ce lest sera utile pour maintenir l'homme en position verticale lorsqu'il sera en flottaison, et lui éviter de basculer dans les remous. Comme le costume contient de l'air, il a bien par lui-même une certaine force de sustentation, mais suivant les difficultés à affronter il sera bon de mettre par dessus un ou deux gilets de caoutchouc mousse. Ils protégeront efficacement du froid, des chocs, et confèreront à l'ensemble une flottabilité remarquable défiant tous les remous ou rapides.

Non seulement il faudra que l'explorateur ainsi équipé soit vêtu très chaudement en dessous mais encore il devra disposer des plaques de caoutchouc-mousse près de la peau, sur le ventre et les reins pour éviter le froid. Il ne faut pas oublier que certains lacs souterrains sont à 0°,75 ; 4° ; et plus couramment à 8° donc qu'une très grosse différence avec l'extérieur sépare leur température. Si l'homme est saisi par le froid, il risque d'avoir ses émonctoires bloqués ce qui provoque un lumbago, le mettant hors de service.

Pour transporter les appareils de mesure, briquets, appareils photographiques, etc., nous avons un sac étanche pendu au cou. Dans cette tenue comme dans l'autre (sèche) nous avons sur la tête le casque de caoutchouc mousse (avec sa boussole) portant le photophore à briquet. Le générateur de lumière peut être une batterie dans une boîte étanche ou simplement la bouteille de butane ou d'acétylène ; si on utilise une lampe de mineur comme générateur, on devra fermer presque complètement le poinçon pour éviter la surpression.

Quoi qu'il soit à peu près impossible d'empêcher les entrées d'eau par le cou malgré le serrage de la coulisse sur un faux-col en caoutchouc mousse épais on n'a pas trop à en souffrir et seules les jambes se remplissent après des immersions totales dans des rapides particulièrement violents et profonds ou des sauts de cascades. Dans ce dernier cas la tête disparaît un moment sous l'eau mais remonte rapidement à la surface.

Le poids de l'ensemble : costume et lest est de 16 kgs. On est peut-être engoncé, gêné, par un tel habit, mais on doit en prendre l'habitude car il permet de gagner énormément de temps dans les explorations où alternativement on

rencontre des flaques plus ou moins profondes et des parties sèches. Celui qui en est revêtu, marche droit son chemin sans nullement s'occuper de la nature du sol ou de la profondeur, cela lui permettra d'être très utile à ceux qui sont habillés normalement et qui eux emploieront le bateau, sans compter que n'ayant pas à se servir de ce dernier il pourra le consacrer à deux aides et aux bagages. On peut parfaitement monter ou descendre les échelles de corde, mais il faut des bras robustes et entraînés. (Pl. V, photo 2).

Aux Etats-Unis on trouve des vêtements flotteurs absolument étanches, mais basés sur un autre principe puisqu'ils ne flottent que par l'air qu'ils contiennent et c'est ce fait qui les rend très dangereux en cas de crevaison. Comme ils ont une sorte de membrure augmentant beaucoup le volume du corps, ils sont donc fragiles et inutilisables sous terre.

Un fabricant Français a établi un costume en simple toile caoutchoutée avec deux flotteurs latéraux à gonfler à la bouche, mais ce tissu est insuffisant comme résistance à l'usure pour l'emploi que nous en faisons.

Comme nous confions notre existence à un tel vêtement il doit être solide et seuls des flotteurs imperforables doivent nous soutenir.

On progresse ainsi équipé en nageant dans la position verticale ou en s'agrippant aux parois, à moins que dans un lac étendu et profond les aides ne vous remorquent avec le bateau.

Comme on a la sensation des variations de températures à l'intérieur du vêtement on peut parfaitement se rendre compte de l'arrivée de courants frais et déterminer les points où se trouvent les siphons d'alimentation.

Certains de nos collègues emploient une combinaison en soie à saucisse (Dracche ball) que l'on met par dessus celle d'explorateur. Elle n'a pas de flottabilité et il faut savoir nager habillé.

(c) GILETS : Dans certaines explorations il est indispensable que ceux qui s'exposent le plus soient porteurs d'un gilet insubmersible, dans ce but nous en avons trois : un en liège et

deux en caoutchouc-mousse. Ces derniers sont très souples et agréables à porter. (Pl. V, photo 2).

Avant d'entrer sous terre et d'aborder le chapitre de l'emploi du matériel et outillage, il est bon d'indiquer les appareils que les spéléologues doivent emporter et les menus objets que le chef d'expédition devra avoir dans son sac en plus de ce qu'il a sur lui dans ses poches.

Nous avons toujours dans notre sac une feuille de para (50c. x 50c.) pur possédant un trou au centre percé de telle façon qu'enfilé par la tête comme un « poncho », ce mantelet plaqué exactement autour du cou. C'est un moyen excellent pour empêcher l'eau des cascades de pénétrer sous les vêtements.

V° : APPAREILS DE MESURES :

(a) THERMOMETRIE : Afin de faire des mesures précises il vaut mieux n'employer que des thermomètres étalonnés. On peut au besoin avoir en doublure de petits thermomètres à alcool, mais lors de leur achat on aura dû les comparer à un appareil sérieux. (Pl. IV, photo 3).

Il existe des thermomètres entièrement métalliques, très légers, étanches, robustes et peu encombrants, mais leurs indications ne donnent qu'un ordre de grandeur. On doit toutefois en avoir dans l'outillage.

Il est intéressant pour nous de relever en divers endroits des cavernes la température de l'air, de l'eau et du sol. Des anomalies curieuses seront ainsi observées. Le degré géothermique théorique correspondant à la profondeur est faux dans les gouffres.

Attendre toujours un certain temps avant la lecture. N'employer que des appareils gradués de moins 10° à plus 60° (pour nos régions) donnant le 1/4 de degré.

Tous devront être dans des tubes d'acier ou d'Elektron capitonnés pour éviter de les trouver brisés lorsqu'on en aura besoin.

(b) BAROMETRES : Quoique les indications barométriques soient sujettes à caution sous terre en ce qui concerne les indi-

cations de profondeur, cet appareil est indispensable. M. E.A. Martel a bien mis les spéléologues en garde sur les précisions qu'il donne nous ne pouvons qu'abonder dans son sens, et dire qu'autant que faire se pourra il faudra vérifier ses indications avec les sondages ou le métrage d'agrès employé, qui eux peuvent être connus avec justesse.

En effet, comme les variations de pressions se transmettent jusqu'aux plus grandes profondeurs, elles seront des causes d'erreurs. Nous avons pu remarquer très fréquemment une sorte de « marée » barométrique vers midi, cette baisse, même par beau temps est une gêne. A part cela des variations peuvent survenir à tout heure. Il sera donc utile de posséder à la bouche un enregistreur qui permettra de faire les corrections. A part ces variations naturelles, il peut y en avoir d'artificielles dues à la présence de cascades causant une dépression à leur sommet et une surpression à leur pied. (Pl. IV, photo 4).

Afin d'avoir un appareil sensible et agréable comme lecture c'est-à-dire donnant une variation d'un mètre il faut prendre un baromètre gradué jusqu'à 1.200 m. l'échelle sera ainsi plus lisible. Mais comme il faut prévoir qu'on aura à explorer des gouffres situés plus haut il faudra recommander au constructeur de placer dans l'instrument un limiteur pour éviter toute détérioration par excès de dépression. Comme cet appareil sera soumis à des chocs il faudra que non seulement l'écrin qui le contient soit étanche et capitonné de caoutchouc-mousse mais encore il faudra exiger du fabricant que le peigne soit muni d'un dispositif l'empêchant de sauter des dents sur le pignon d'aiguille. Sans cette modification, on risquera de trouver des écarts inexplicables. Un troisième baromètre allant à 3.500 m. devra donc se trouver dans la réserve du matériel.

Tous seront du type Richard-Goulier anéroïde avec curseur à vernier. Ce vernier sera utile pour lire les subdivisions et pour marquer comme repère l'extrémité du parcours, afin de vérifier à la remontée les indications de la descente.

On notera toujours la pression à la bouche au départ et au retour, rares seront les fois où il y aura coïncidence.

(c) **HYGROMETRES** : Un hygromètre de Saussure (à mèche de cheveux) en boîtier robuste sera commode pour vérifier le pourcentage d'humidité. Il sera transporté dans un écrin rembourré. (Pl. IV, photo 3).

VI° : RECEPTEUR DE T.S.F.

Cet appareil peut paraître superfétatoire, mais nous estimons que pour éviter des accidents mortels déjà survenus à l'étranger il est extrêmement utile, dans certaines explorations. Voici comment : Lorsqu'on aura à attaquer un abîme situé en fond de doline et surtout si celle-ci est importante comme bassin d'alimentation, on disposera le récepteur à la bouche, réglé sur ondes longues (600 à 2.000 mètres). Si en mettant sur ondes courtes on perçoit les éclairs c'est que l'orage est extrêmement rapproché. Un observateur installé devant lui, casque aux oreilles surveillera attentivement l'arrivée possible d'un orage. Des craquements caractéristiques (éclairs) augmentant de puissance lui donneront la marche du météore que probablement le baromètre enregistreur qu'il surveillera en même temps lui confirmera. Il aura alors peut-être le temps de faire avertir par téléphone les aides des relais et ceux situés en tête de colonne. Si le chef qui doit être en tête a fait les observations voulues au cours de la descente il aura repéré les endroits où il pourra installer son équipe afin de lui éviter d'être noyée. Il faut d'autant plus se méfier des orages et les déceler par ces moyens qu'au fond des dolines on a une vue très bornée et qu'on ne les voit que lorsqu'il sont sur vous.

VII° : PETIT OUTILLAGE ET FOURNITURES

Le sac contiendra un marteau léger à manche d'acier, une paire de pinces universelles, du fil de fer de réserve, de la ficelle fine, des becs, colliers, ampoules pour les éclairages, du ruban de chatterton, un carnet de feuilles de papier d'Arménie pour pouvoir traverser ou séjourner près des charniers, un paquet de pansement militaire, une boîte de

conserve (poisson à l'huile de préférence) une boîte étanche contenant des biscuits et du chocolat, enfin un briquet, de l'essence dans un petit bidon bien fermé, et une bougie de réserve.

Suivant l'importance de l'exploration on complètera cette liste.

Une sage précaution consiste en l'adjonction à cette nomenclature de journaux qui seront d'utiles doublures en cas de froid ou d'humidité. Une petite musette en toile légère est à conserver en réserve dans le cas où on aurait à remonter des échantillons géologiques ou des pièces préhistoriques découvertes en cours d'exploration. Nous avons toujours dans le sac un petit tube contenant une dose de fluoresceine.

VIII° : COLORANT

Il faut avoir dans la réserve un kilog de Fluoresceine (Phtaléine de la résorcine) pour étudier le cheminement de l'eau sous terre, et à moins de cas particuliers cette quantité permettra de faire des observations intéressantes. On sait que ce colorant teinte jusqu'à 40 millions de fois son poids à l'œil nu, c'est-à-dire que 1 kg suffit pour colorer 30 à 40 m³.

Sur les conseils de M. le Professeur E. Fournier, la quantité bonne à donner des résultats sans fluoescopie est de 1 kilog par mètre cube et par kilomètre de distance du point coloré à la résurgence présumée. Il faut songer à la dilution importante qui amoindrit l'effet du colorant dans les lacs et poches — parfois volumineuses — que le torrent traverse, donc une quantité supérieure ne nuit pas.

Une expérience faite en 1942 (Vidourle) prouve qu'il faut de la patience puisque l'eau coloré mit 20 jours pour parcourir 9 kilomètres.

IX° : TOPOGRAPHIE

Pour des cavernes importantes et intéressantes, nous utilisons une planchette qui possède à sa partie supérieure une petite boussole fixée au centre d'un cadran mobile avec index.

Les pieds se mettront sur les barreaux genoux écartés, afin de laisser passer l'échelle près du ventre. C'est là une recommandation très importante.

Pour que les efforts soient normaux et naturels, il faut faire agir ensemble les membres opposés : main droite et pied gauche, par exemple. Evidemment, ceci n'est dit que pour les cas où aucune difficulté n'est rencontrée car seules deux extrémités seront ensemble sur l'agrès, et dans certains cas, il est bon de ne bouger qu'un membre à la fois. Les débutants montent en général plus vite des pieds que des mains... ce qui a pour résultat de faire faire un angle au corps et à l'échelle qui s'échappe devant l'ascensionniste. A ce moment, tout le poids se reporte sur ses bras et il est vite harassé. Sa fatigue est telle qu'il préférera lâcher prise.

Comme souvent on ne peut imposer la cadence préférée aux aides tenant la corde de sûreté, le mieux est de prendre la leur, en se laissant tirer s'ils vont trop doucement ou en montant avec les mains seules si la traction est très forte et trop rapide. On comprendra que, dans ce cas il est bon d'avoir autour des reins une ceinture large pour ne pas les blesser.

Il arrive que la conformation du gouffre ne permette pas de monter normalement, on devra donc savoir tenir l'échelle si on monte « de champ ». Ici, ce sera les talons qui seront enfilés les premiers. Les barreaux devant prendre sous la plante des pieds, alors que dans les cas précédents seule la pointe suffisait.

Il est bon — sous un arbre par exemple — de s'entraîner à ces exercices auxquels on ajoutera le « changement de main ». C'est le passage rapide d'un côté à l'autre de l'échelle, dont l'utilisation servira dans le cas où la paroi surplombante ou un verrou exige un changement. Songez un instant que si vous êtes tiré fortement, le surplomb sous lequel vous êtes sera un obstacle qu'il faut savoir tourner très vite. Le meilleur moyen est de changer la position d'une main (prendre le barreau la paume vers l'extérieur) et se lancer dans le vide seulement maintenu par les mains. D'un coup de rein se retourner et reprendre pied.

Si, au début, nous avons dit qu'il est préférable de saisir corde et barreau, c'est qu'au cours des aménagements, un barreau peut avoir été fendu par une pierre et qu'une traction par son centre pourrait le briser.

Pendant l'entraînement, et afin d'avoir une confiance absolue dans les mains, il faut s'habituer à rester au moins une minute pendu par l'une d'elles.

XII^o : CAMPING

Il est rare dans les pays perdus où nous faisons nos recherches, de trouver le logement pour le personnel. S'il y en a, il ne répond pas à nos désirs... quand ce ne serait que pour la propreté. Force est donc pour nous d'emporter notre campement.

Deux moyens possibles :

a) **LES TENTES** : Il faut en avoir pour loger tout le monde dans le cas où l'exploration se trouve loin de tout lieu habité ou de toute route. Il faudra la dresser avant d'entreprendre l'exploration pour éviter d'avoir à faire ce travail peut-être très avant dans la nuit, et à l'heure où la fatigue se fera sentir. On s'installera près du gouffre.

Si le camping sous la tente a son charme, il ne manque pas d'inconvénients, la perte de temps pour les dresser et les organiser est sensible. Nos préférences vont à la remorque-habitation. (Pl. VI, photo 2).

b) **REMORQUES** : La remorque ou « caravane » (comme disent les anglais) économise beaucoup de peine. Le couchage est toujours prêt, la cuisine est installée, les vivres sont en place, tout est en ordre : la bibliothèque, le bureau et sa machine à écrire, les vêtements, la toilette avec eau courante froide et chaude, la T.S.F. Le jour entre par de larges baies, on jouit du paysage dans toutes les orientations. La ventilation y est largement assurée et, au besoin, aidée par les ventilateurs. Les fermetures sont étanches, les parois isothermes. Il y fait sec, et l'ordre et la propreté y règnent. Si la moyenne horaire de marche est nettement abaissée, on regagne ce temps largement puisqu'aucun aménagement n'est à

en même temps que les racines (acide humique), tous ces agents seront les causes de blocs branlants qu'il faudra précipiter au fond avant de jeter les échelles. Plus bas, il y aura les pierres tombées du sommet ou lancées par les hommes et le ruissellement, donc, tout le long de la descente, il faudra déblayer.

Mais, revenons à la surface. Une fois le point choisi et le haut du puits nettoyé de sa pierraille, blocs, branchages, on enverra dans le trou le métrage indiqué par la sonde plus un mètre afin de parer à un raccourcissement en cas de pluie. On peut jeter le rouleau d'échelles dès la fixation opérée, mais s'il touche une paroi, celles-ci se dévideront mal et feront la vrille, ce qui sera fastidieux à défaire lorsqu'on sera suspendu à cet agrès. Le mieux sera de passer une aiguille d'acier dans l'axe du rouleau et de le dévider doucement en prenant toutes précautions utiles (encordages) pour qu'en cas de traction brusque, les aides ne soient pas précipités en bas. Un déplorable procédé consiste à étendre l'échelle de toute sa longueur sur le sol et de la faire ensuite glisser dans le puits : 1° des pierres peuvent être entraînées par les barreaux rabotant le sol ; 2° une usure considérable est causée aux cordes, ligatures et barreaux.

Pour fixer l'échelle on emploiera de préférence un tronc d'arbre et il est parfaitement inutile de rechercher de gros diamètres. En attachant le fixe-échelle au ras du sol, on peut avec confiance se contenter d'un tronc de 4 centimètres. Vérifier, dans le cas où l'arbre pousse en bordure du gouffre, si son racinage est sain. Se défier des buissons dont le bois est cassant. On peut utiliser aussi une branche surplombant le puits, mais il faut éviter le bois mort, et dans ce cas — si la traction est directe — ne pas employer de branche inférieure à 7 centimètres. S'il n'y a pas d'arbre, ce qui est fréquent sur les Causses, ceinturer un rocher ou enfiler le fixe-échelle dans un trou d'érosion, après avoir vérifié le bloc. Si rien de saillant n'existe près de l'aven, attacher l'échelle à un point quelconque de la voiture automobile. Si celle-ci n'a pu arriver au bord, planter une aiguille d'acier dans le sol ou dans une fente de rocher. Dans tous les

cas ne pas oublier que la traction est faible sur ce point d'attache surtout dans le cas où l'échelle fait un angle sur le bord du trou ($F=F' \sin a$ (a étant l'angle que fait l'échelle ou la corde de fixation par rapport à la verticale). Pas de constructions, d'échafaudages aussi inopportuns que coûteux.

(3) DESCENTE DU CHEF : Le chef d'exploration va, maintenant que les agrès sont disposés dans l'aven, commencer la descente. Il aura sur lui, prête à l'emploi, une échelle (type ultra-léger avec raccords NiCr), de 10m. environ, pour le cas où le sondage se serait arrêté sur un relais et où le fond serait peu en dessous du point atteint par la grosse échelle.

Avec le plus grand soin il examinera les parois, les anfractuosités, les becs rocheux qui supportent des pierres. Il vérifiera si aucune plaque n'est en partie décollée de la paroi, (spécialement si l'aven est situé dans des bancs redressés (pendage 180°). Les blocs-verrous seront tâtés pour savoir si, dans aucun cas, ils ne tomberont au contact des agrès, qui, ne l'oublions pas, peuvent se déplacer pendant l'exploration. Ce travail est certainement celui qui est un des plus importants et dont les responsabilités sont les plus grandes. Mal fait, il peut causer la mort d'un ou plusieurs membres de l'expédition. Je ne saurais assez attirer l'attention sur ce point.

Il ne faut pas croire que c'est une tâche aisée, car, si la forme du puits le permet on peut sans risque de briser des barreaux ou couper l'échelle, précipiter en bas hors de son parcours, les blocs gênants. Mais il arrive que mal lancée, la pierre ricoche et atteigne l'agrès. Lorsqu'il s'agit d'un bloc volumineux, il faut mettre le mousqueton de sûreté à l'échelle et remonter toute la longueur d'échelle qui se trouve sur le parcours du rocher. Etant donné la situation, c'est fort pénible, si un long métrage a été envoyé dans l'aven. Il faut plier l'échelle en « portefeuille » en commençant à enfiler les barreaux sur un avant-bras, puis, si la longueur est trop grande, déposer chaque paquet au-dessus de vous

au travers de l'échelle sur un barreau. Dans le cas où le paquet peut être porté, et afin de gagner du temps, il faut, au lieu de l'enfiler, comme on vient de le dire, le fixer par des « cabillots » à l'échelle. On peut alors travailler les mains libres et au besoin employer des leviers.

Si les pierres peuvent être enlevées de l'endroit dangereux et arrangées au fond d'une petite cavité latérale, éviter de les jeter au fond.

Se méfier des trous « lucarnes » dans la paroi, avant d'y précipiter des blocs, car souvent ils correspondent avec le puits principal un peu plus bas et il y aurait autant de risque de destruction des échelles. Faire un sondage au son avec une petite pierre, comme vérification.

(4) AMENAGEMENT DES RELAIS : Nous voici arrivé sur le premier relais. Nous en profiterons pour nous asseoir et prendre des notes, dès que le coup de téléphone annonçant l'arrivée aura été donné. Les aides à la bouche, mettront votre corde « au frein » pour se reposer. Suivant les cas on opérera de différentes manières, mais admettons que nous ne puissions distinguer le bas de l'aven. Par une petite pierre, on cherchera d'abord à savoir combien il reste à faire. Au besoin, on peut enflammer un journal qui, descendant doucement, éclaire le puits.

Si c'est encore profond, on sortira la sonde légère du sac et on fera une mesure exacte. Dès le renseignement connu, on téléphonera à la bouche en donnant les instructions précises pour un rallongement d'échelles du sommet, ou de votre place. Dans ce dernier cas le rouleau d'échelle vous est envoyé soigneusement roulé dans une sache ou un filet spécial. L'encordage en croix du paquet risque de se défaire s'il n'a pas été serré suffisamment et si aucun brin n'a été passé dans l'échelle ; vous risquez donc de vous faire assommer par lui... Dans le cas où le gouffre est en hélice, ne jamais essayer de faire faire des allongements du haut, car l'échelle s'accrocherait en route, nécessitant la descente d'un aide pour la défaire. Si vous vous engagez dessus sans être certain

qu'elle est tendue, vous pourriez occasionner un coup de fouet désagréable ou dangereux.

Si le relais est de dimension suffisante, on peut faire descendre le second avant de commander les rallongements, il vous aidera à ces manœuvres. Bien entendu si les lieux le permettent on se défilera sous un abri pendant leur durée, car ils peuvent entraîner une chute de pierres.

Lorsqu'au gouffre de Chourum Martin (Dévoluy) mon camarade Denizot remonta, je craignais des pierres tombant de 155 m. à pic et n'ayant aucun abri, j'avais plié l'échelle remontée du fond (190) en « portefeuille », sur ma tête et mes épaules. Ces 35 m. d'échelles faisaient un bon abri artificiel.

Les difficultés pendant ces manœuvres proviendront toujours de puits irréguliers. Ceux verticaux et lisses étant les plus faciles.

Tout est paré, votre second est installé sur le relais, vous annoncez en haut que vous continuez. On débloque le frein qui vous fixait et on fixe au contraire le camarade du relais. Les aides vous tenant en mains, donnent alors du filin. Votre attention doit être soutenue comme dans la première partie au point de vue des pierres en équilibre et des observations intéressantes à faire. Tout a marché normalement et vous atteignez le deuxième relais. S'il n'est pas trop éloigné de votre second, vous le lui annoncez à la voix. Vous téléphonez en haut que vous avez touché un nouveau cran. Pour donner de l'intérêt au travail pénible de ceux de la bouche, vous leur décrivez succinctement le lieu où vous vous trouvez. Dès les notes inscrites (profondeur, schéma, observations diverses) vous faites un nouveau sondage comme précédemment. Cette fois vous êtes sur un relais confortable mais qui n'est pas sur le parcours vertical de l'échelle et vous n'avez pu l'atteindre que par « un pendule » ou en vous agrippant aux aspérités. Il est donc essentiel que vous restiez en liaison avec l'échelle pour la tirer lorsque votre second arrivera afin de lui éviter les difficultés de l'abordage et surtout pour l'attraper lorsque vous voudrez y remonter. C'est pour cet emploi que j'ai disposé un mousqueton à la ceinture qui est fixé au bout d'une

corde-rallonge, et non sur la sangle.

Voici le moment venu de quitter ce deuxième relais, vous aurez fait descendre votre second qui aura été remplacé au premier relais par un des aides en réserve à la surface. Tous deux attendront là les instructions.

Dans le cas où la distance entre deux relais serait trop grande pour que la voix ne porte plus, il faudrait installer une ligne téléphonique et les postes. C'est une grosse complication mais sans cela on aurait de grandes difficultés, pour les manœuvres.

L'homme de tête descend donc et s'il touche enfin le fond, il vérifie si le puits se continue par une grotte, ou s'il est simplement colmaté. Dans le dernier cas il procède à ses mesures, fait les observations utiles, puis remonte.

Par contre, si la cavité s'avère importante, il faut faire venir des aides. C'est alors que l'on devra connaître les possibilités de chacun d'eux. Les plus entraînés les premiers et l'on fera installer sur les relais les remplaçants, le moins fort en haut. Chacun de ceux qui viendront rejoindre le chef devra apporter le matériel léger prévu pour ce genre d'exploration (pic, aiguilles, échelles Elektron, cordes, éclairage, etc.) Les aides aux relais devront s'armer de patience et attendre.

Si le fond de l'aven n'a aucun intérêt, seul le premier l'aura vu. A quoi sert, en effet, de perdre son temps, d'user du matériel, de faire risquer des vies sans but. Je sais que bien des spéléologues ne font pas ainsi, mais il ne faut pas confondre les explorations systématiques et les excursions sporadiques. Grâce à ce procédé, les nouveaux s'entraînent progressivement, s'habituent aux manœuvres ce qui évite des pertes de temps fatigantes, et s'accoutument au danger. Petit à petit on les fait aller plus bas et ensuite un tour de rôle est organisé. Lorsqu'on a eu, des erreurs de manœuvres, provenant d'ordres mal exécutés, ou mal compris, et qu'on a eu à souffrir d'initiatives déplorables, on sait quelle est l'utilité de la formation progressive.

Jusqu'ici nous avons bien dit que les aides descendaient mais n'avons pas expliqué comment.

(5) DESCENTE DES AIDES : Si le chef en tête, a sa corde téléphonique, le second et les suivants arrivent soutenus par une corde (ou un câble) de sûreté. Pourquoi ? puisque l'échelle est en place et qu'on n'a qu'à descendre sans s'occuper d'autre chose que de soi-même ?

La raison en est simple. C'est pour parer à un moment de faiblesse possible. Nous avons vu, en effet, un collègue, lâcher l'échelle à cause de la fatigue, s'il n'avait pas été encordé il se tuait 25 m. plus bas. A part cela, il y a une autre raison que certains explorateurs oublient — se croyant plus malins en descendant « à bras-francs » — c'est la pierre sur les doigts ou ailleurs sur le corps. Or, malgré un « nettoyage » soigné du gouffre, un aide de la surface, un chien au bord du puits peuvent faire tomber un caillou de quelques grammes qui causera une telle douleur que l'explorateur devra lâcher prise.

Cette corde servira successivement à tous ceux qui descendront. Une fois arrivés au fond ou sur un relais ils se détacheront, pour la laisser remonter, se fixant provisoirement à l'échelle au moyen du mousqueton à rallonge. Il faut songer en effet que l'exiguïté de certains puits les rendent dangereux et il faut parer à un étourdissement ou aux conséquences possibles d'une avalanche.

Si cette manœuvre est facile à la descente il n'en est plus de même à la montée. En effet si le puits est vertical et si la corde arrive d'un jet sur l'homme à fixer cela se passe différemment lorsqu'il est avec de petits redans ou en hélice. Faute de l'emploi du procédé que je vais indiquer ce sont des quarts d'heures entiers qu'il faut attendre le bout de la corde surtout si elle est mal préparée (ce dont il sera question plus loin). Elle se love sur des corniches, passe derrière un bloc ou une lame rocheuse ou entre les barreaux d'échelle, parfois change de puits, ceux d'en bas s'énervent n'y pouvant rien et ceux d'en haut se fatiguent pour rien. Voici ce qu'il faut faire :

(6) MANŒUVRE DE LA CORDELLE : L'un des explorateurs descendus en bas aura dans son sac un dévidoir en

aluminium sur lequel se trouvent bobinés 100 m. de cordelle de 4 mm. de très bonne qualité. Une des extrémités est fixée au dévidoir et l'autre porte un mousqueton (pour éviter des nœuds). Celle-ci sera attachée à la gance de la corde de sûreté lorsque le premier remontera, et, arrivé en haut, il se détachera laissant cette liaison avec le bas. Au moment où on laissera la corde redescendre il faudra veiller à ce que ce soit celui du bas qui la tire toujours pour empêcher des amas sur les corniches, ou des accrochages. Grâce à ce « truc » le va-et-vient sera vite opéré.

(7) **LANCER DE LA CORDE** : J'ai dit plus haut que dans certains cas on pouvait jeter la corde dans le puits (avens verticaux et lisses) mais il faut avoir la précaution de faire une sorte de bobinage employant 10 m. de filin et dument noué pour alourdir l'extrémité lancée. J'ai vu des aides inexpérimentés employer une pratique à réprouver car très dangereuse : ils attachent plus ou moins bien une pierre au bout de la corde, las de voir leurs tentatives vaines ; s'ils l'attachent avec la corde elle-même, la pierre se détache au premier choc et va assommer ceux du bas ; s'ils prennent la précaution de la ficeler sur la corde, les brins de chanvre se coupent sur les aspérités et la pierre se détache ; s'ils la mettent dans un sac, celui-ci se perce au contact des rochers et c'est encore le même déplorable résultat.

Naturellement chaque fois qu'un va-et-vient sera à établir aussi bien pour du personnel que pour du matériel il faudra la cordelle de rappel.

(8) **DESCENTE DU MATERIEL** : Etant inertes les paquets sont difficiles à manœuvrer. Premier principe ne jamais rien descendre autrement que dans une double sache. Mais il est utile de dire comment cette sache devra être, car il faut que sous aucun prétexte, elle ne laisse échapper le contenu aussi dangereux qu'un bloc. En jute, solide, elle aura un ourlet vers le haut, cette bordure aura reçu 6 gros œillets de laiton au travers desquels passe une corde circulaire épissée d'au moins 100 mm. de diamètre. C'est celle-ci

qui sera fixée après avoir été nouée par un mousqueton alpin, ou par un nœud plat à la gance de la corde de sûreté ou de service. Ainsi pendant la descente même retournée sur un relais elle conservera son fardeau. Ne jamais mettre une charge trop grande, 20 kgs au maximum. Dans le fond de la sache il y aura un autre œillet. C'est lui qui servira à passer la cordelle de rappel, guide indispensable pendant les descentes ou les montées.

S'il s'agit de faire parvenir en bas une barre à mine, ne pas la jeter dans le trou comme je l'ai vu faire... mais la mettre dans un sac l'extrémité plate vers le haut et en même temps la fixer par des nœuds coulants (nombreux) sur la corde qui porte le tout.

Dans le cas où il faut descendre des objets fragiles, veiller à ce qu'ils soient très soigneusement emballés, ou ils arriveront brisés.

(9) **EMPLOI DU TREUIL** : Dans le cas où le personnel à la bouche est très réduit, donc de force insuffisante pour soutenir un homme en cas d'accident, on installera le treuil spécial. Sans lui nous aurions dû renoncer à certaines explorations « Aussure » (Lot) (—165), Aven de « Madame » (Hérault) (—165). Malgré ce, ceux qui se trouveront sur les agrès devront toujours conserver au moins avec les mains la liaison avec l'échelle. Si cette prescription n'avait pas été observée, par un camarade lors de la visite du puits final de l'aven « Armand » (Lozère), (qui a —86 m.) nous aurions eu à déplorer sa perte et probablement aussi la mort de l'un de ceux qui se trouvaient au fond, car, par suite d'une fausse manœuvre et d'un verrouillage insuffisant, le mousqueton s'était ouvert.

(10) **DESCENTE DANS LES Puits PROFONDS** : Lorsque les avens sont très profonds, et surtout si la verticale absolue est longue : 100 m. et au-dessus, il faut prendre des dispositions spéciales.

a) **Echelles** : On devra mettre bout à bout des éléments choisis au point de vue des diamètres des câbles, de manière

à ce que les plus forts diamètres, c'est-à-dire les plus résistants, soient en haut, et les moins résistants en bas. En répartissant ainsi judicieusement les résistances on sera certain que la charge sera bien supportée.

b) Corde supplémentaire : Nous avons toujours fait comme nos collègues Italiens (lorsque nous le pouvions), en renforçant les échelles par un ou deux câbles supplémentaires attachés au milieu des grandes verticales. Ce faisant, nous poursuivons deux buts : 1° Donner une sécurité de plus et 2° éviter le mouvement vertical dû à l'élasticité des cordes. Au « Chourum Martin », où nous n'avions pu mettre ce dispositif, le mouvement vertical des échelles, lorsque l'homme montait ou descendait, était de l'ordre de 50 à 80 centimètres, vers 140 m. de profondeur. Ce mouvement est surtout très désagréable pour les aides à la corde de sûreté dont il rompt la cadence. Si, au cours de la descente, le chef d'exploration trouve près de l'aplomb de l'échelle une stalagmite, un trou d'érosion, un bloc convenable, il en profitera pour lier cet agrès à ce point de fixation, car cela évitera la corde supplémentaire à mi-longueur. (Aven de Jean Nouveau : — 165) (Vaucluse).

c) Corde au bout de l'échelle : Malgré un sondage précis, si on possède de nombreuses échelles de cordes en réserve, il est prudent de toujours lancer dans le gouffre une longueur supplémentaire d'environ 4 à 5 % pour parer au retrait dû à l'humidité ou aux infiltrations. Dans le cas où on ne dispose plus de ces agrès, il est prudent de mettre à l'extrémité de l'échelle une corde libre de quelques mètres. A l'aven de « Jean Nouveau » (Vaucluse), malgré notre sondage, nous prîmes cette dernière précaution. Elle nous rendit service car, sous la charge, à — 165, les échelles touchaient terre exactement, lorsque l'explorateur était pendu, mais dès qu'elles étaient abandonnées à elles-mêmes, le dernier barreau s'élevait de 3 m. au-dessus du sol. On devine quelles manœuvres supplémentaires on aurait dû faire pour permettre à l'explorateur de remonter sans cet artifice.

(11) REMONTEE DES ECHELLES : Contrairement à ce que

font d'autres spéléologues (qui perdirent beaucoup de matériel dans les avens), il est indispensable de remonter les échelles cran par cran ou, si on préfère relais par relais. Le chef d'expédition qui doit rester le dernier comme il était descendu le premier, se chargera de ce pénible travail. Chaque relais, si petit, soit-il devra être utilisé pour ramener à lui la partie d'échelle gravie. Remontée à sa hauteur, il la pliera soigneusement tous les 4 barreaux et en fera un paquet qu'il fixera avec les cabillots sur la suite de l'échelle. Evidemment, le poids ira en augmentant, mais c'est le seul moyen pour éviter des accrochages qui obligeraient à redescendre. Pendant la manœuvre, il sera fixé non seulement par sa corde de sûreté, mais encore par son mousqueton à rallonge, attaché à l'échelle.

Dans les gouffres verticaux, il m'arrive de fixer le bas de l'échelle sur ma ceinture et de remonter au relais, la moitié de la longueur. On sent alors nettement les accrochages et on peut y parer à temps, mais le poids progressif remonté rend cette pratique pénible. Il est plus facile de remonter en poids ces agrès dans des trous verticaux. Nous avons même une poulie spéciale pour ce travail. Mais lorsqu'il s'agit d'à pics de 165 m. (Jean Nouveau) (Vaucluse), Chourum Martin, 155 m. (Dévoluy), on est bien forcé de trouver les bras nécessaires pour soulever près de 100 kgs d'échelle. On comprend que M. Martel qui n'avait que des échelles pesant 1 kg par mètre (par excès de précaution) devait employer 10 ou 12 hommes à ce relevage.

Ceux qui connaissent nos agrès adaptés, auront remarqué que les têtes de barreaux ne dépassent la corde que de quelques millimètres. C'est une des raisons pour lesquelles elles ne s'accrochent que très rarement. Nous n'en avons jamais laissé dans aucun gouffre.

On peut, en certains cas demander le relevage à partir de la bouche à chaque relais, soi-même aidant pour la partie se trouvant en aval, mais ce n'est pas sans inconvénient : 1° si le relais est dangereux, pendant la manœuvre, on perd la sécurité de la fixation par mousqueton à l'échelle ; 2° l'échelle a pu se déplacer pendant la descente. On l'a tirée dans

telle ou telle direction pour atteindre de nouveaux puits, elle n'est donc plus où la pesanteur la faisait passer lors de votre descente et a ainsi quitté la partie du gouffre où les parois ont été purgées des blocs et verrous. Il se peut donc qu'elle touche des rochers instables, et dès que d'en haut une traction se fera sentir, une avalanche se déclanchera. Si les compagnons du bas ne sont pas abrités comme ils doivent l'être pendant toutes manœuvres, un danger grave les menacera. (Aven de « Cassan » (Sauveterne). Lire « Les Aventures d'un spéléologue » par R. de J. (sous presse en 1943).

Parfois, nous faisons faire le raccourcissement par le second dès qu'il est sur un bon relais, mais il est difficile de donner une règle générale à cause des cas d'espèces que l'on rencontre. Il faut s'adapter aux circonstances.

XIV° : EXPLORATION DES GROTTES

(1) **MATERIEL LEGER A EMPORTER** : Si l'on ne peut dans toutes les grottes emporter le matériel nautique, il faut toujours avoir avec soi et réparti sur le dos de divers participants le nécessaire pour atteindre le fond de puits moyens ou venir à bout de diverses difficultés. En plus de trois cordes alpines et un pic nous avons dans un sac :

40 m. d'échelles elektron, un fixe-échelle en corde, une corde de 100 m. sur dévidoir, une aiguille d'acier, une poulie légère, une corde de 50 m. une musette contenant 10 m. d'échelle câble-câble et 20 m. de corde de 6 m/m.

(2) **MONTEE DANS LES BOUCHES HAUTES** : Alors qu'on chemine dans les galeries, il arrive qu'on aperçoive hors de portée un couloir ou des plateformes stalagmitiques donnant peut-être accès à des salles ou d'autres étages. Comment les atteindre ? Comme on possède toujours avec soi sa corde d'exploration (corde de 20 m. environ, neuve et de 10 mm. de diamètre) on lance une extrémité derrière une stalagmite ou un rocher et une fois le bout rattrapé on y fixe une échelle elektron qui sera hissée jusqu'en haut. Le brin restant sera fixé près du sol ou tenu par un aide, et on

pourra grimper aisément jusqu'au point désiré. Si ce n'est pas une verticale absolue et lisse on ne mettra pas l'échelle et la corde suffira. S'il est aisé d'expliquer cette manœuvre il est plus long parfois de l'exécuter, car on est gêné. Sous terre il est très rare de pouvoir « pitonner » la stalagmite recouvre presque toujours les parois et les fentes sont rares.

Vue d'en bas certaines pentes subverticales semblent aisées à gravir, on s'y élance, mais en cours de route les difficultés augmentent (manque de prise à portée, sol glissant), il faut alors utiliser la corde et par des « prises » faites au lasso, on progresse. Arrivé à l'extrémité il faut redescendre. Si des points de fixation sûrs existent c'est un jeu et par un ou une succession de rappels on est vite en bas.

(3) **RAPPELS** : Puisque nous parlons de rappel disons que nous n'employons que celui — pas très prisé des alpinistes — qui laisse passer la corde derrière les deux bras. Il est beaucoup plus rapide à installer et pour nous qui avons toujours des gants sans inconvénient.

Il peut arriver qu'on se soit engagé sur une pente subverticale paraissant du bas moins raide qu'elle n'est en réalité. L'ascension se sera faite normalement quoiqu'assez difficile et une fois arrivé en haut la descente s'avèrera extrêmement dangereuse. Si vous possédez votre corde de rappel et un point d'attache le retour ne sera rien, mais si vous avez omis de l'emporter ou vous devrez la faire monter par un camarade ou vous la procurer autrement. Comme il faut éviter les dangers aux aides le mieux sera de sortir de votre poche la ficelle (fouet) de 25 m. de casser un bec rocheux ou une concrétion, qui servira à plomber cette ligne et à l'envoyer en bas. Remonter ensuite la corde dévidée sera vite fait.

Si le point d'attache de la corde de rappel risque de ne pas laisser revenir le brin tiré, il faudra sacrifier un morceau de cet agrès pour faire un « anneau de corde ».

(4) **DESCENTE SUR PAROI** : Nous avons employé ailleurs un autre procédé. Il semble nécessaire de l'indiquer car il montre que les situations sont souvent différentes et il faut

de l'ingéniosité pour s'en sortir. Connu, il servira à d'autres.

Dans l'abîme de « Rabanel » (Hérault) et il s'agissait pour moi d'aller reconnaître l'immense cheminée qui ne débouche pas en surface, que M. Martel avait délaissée disant : « deux puits, véritables avens, dont nous n'apercevons pas le sommet et où nous essayons vainement de grimper » (Les Abîmes, p. 143). La paroi subverticale étant concrétionnée il y avait de petites stalagmites qui me servirent de prises et lentement je m'élevai de près de 50 m. au-dessus de mes camarades, étant parti de 150 m. de profondeur. Enfin je pus apercevoir la fissure impénétrable par où arrivait en temps d'orage un filet d'eau. Il fallait redescendre. Aucune stalagmite n'était assez sûre pour opérer un rappel il était donc nécessaire de repartir comme j'étais venu, mais pour parer à toute glissade, j'employai ma corde de 40 m. d'une façon inattendue. Je m'entourai la ceinture d'une véritable jupe de gances chaque brin repassant dans la sangle, ce qui faisait qu'en cas de dérapage ou de prise cassée, une de ces boucles aurait happé une aspérité et m'aurait progressivement freiné. Mais la précaution n'eut pas à servir.

(5) REPERAGES DANS LES LABYRINTHES : Si la grotte est compliquée et qu'il est difficile de s'y repérer, le mieux sera d'employer pour le jalonnement du parcours principal : des feuilles d'éphémérides. Par leur succession de date et de mois on pourra toujours revenir sur ses pas, mais toujours poser la feuille avec les chiffres dans le sens de l'entrée. La couleur des feuilles blanches avec impression noire se verra sur les roches ou l'argile. (Ce truc a été imaginé par M. G. Milhaud, Président de notre filiale : le Spéléo-Club de la Montagne Noire).

Si des galeries latérales viennent nombreuses s'amorcer sur celle principale, il faudra les marquer dès leur exploration terminée. Nous employons pour cela des serpentins bleus ou jaunes clairs et barrons l'entrée d'une de ces bandes.

Si on est dépourvu de ces fournitures (tenue de scaphandre) on construira des « kerns » à chaque carrefour avec flèche de pierre vers l'entrée. S'il n'y a pas de pierres, faire

des flèches dans l'argile, ou marquer au crayon indélébile les parois. Une seule personne doit faire ces marques pour éviter des confusions.

(6) ETROITURES ET REPTATIONS : Le passage des goulets très resserrés exige une étude préalable mais s'ils sont longs et qu'on ne peut en apercevoir l'extrémité, il faut d'abord s'engager la tête la première, car on verra devant soi. Si l'étréture est subverticale, le mieux — après un sondage à la pierre — sera de s'y lancer les pieds devant.

Il faudra soigneusement veiller à ne pas se coincer et dès que la progression deviendra trop difficile, on reculera pour vider ses poches et enlever sa ceinture... si ce n'est pas les vêtements eux-mêmes...

Ne jamais s'engager dans des goulets, avec des vêtements flottants comme une veste, car en avançant tout va bien mais s'il est nécessaire de revenir en arrière les pieds par conséquent les premiers, la veste remonte et fait un bourrelet qui peut mettre l'explorateur dans une posture très désagréable ou dangereuse. Seule la combinaison convient.

Si en s'engageant sur un côté on ne peut arriver à passer (en général à cause de la longueur du fémur) il faudra rebrousser chemin et essayer de l'autre, ou sur le dos ou sur le ventre. Dans l'aven de « HURES » (Lozère) (—205) après avoir trouvé la position convenable il ne nous fallut pas moins de 15 minutes par homme pour faire 3 m. en hauteur et 3 m. en longueur...

Lorsque les étroitures se succèdent (« Le Paradis » (Doubs) le mieux est d'avoir un petit sac de toile fermant bien où les objets des poches seront réunis. Il sera poussé devant soi ou tiré derrière.

Pour les reptations il faut savoir progresser de diverses manières. Si on peut s'aider des coudes, cela est facile, mais si la place manque (bras collés au corps), il faudra probablement ne se servir que de la pointe des pieds si l'on est sur le ventre ou des talons si l'on est sur le dos. Si le plafond est très bas mais qu'il y ait un peu de place latéralement une ondulation du corps aidera beaucoup.

C'est pendant les reptations qu'on apprécie les protections en caoutchouc-mousse.

XV° : EXPLORATIONS NAUTIQUES

(1) **PRECAUTIONS PARTICULIERES** : Si vous avez atteint des galeries contenant des « laisses » il faut vous méfier qu'un orage ne vienne pas noyer votre équipe, mais comment savoir si ce danger est possible ? C'est en scrutant minutieusement les parois et les entablements rocheux que vous serez fixé. Sur les premières vous verrez des brindilles et des bois flottés, sur les secondes il y aura peut-être de l'argile. Alors attention aux crues. Restez en liaison avec la bouche par des relais. Le danger de noyade est plus grand qu'on ne pense car l'intercommunication des réseaux peut parfaitement être cause d'une arrivée d'eau intempestive. Confiant, vous vous serez lancé dans un long couloir, et insensiblement vous serez arrivé dans une contre-pente (cours obséquent). Vous avez pris vos dispositions pour être avisé en temps voulu, mais il se trouve que l'eau arrive par une cheminée directe de l'extérieur où on ne peut la déceler. Une laisse que vous aurez passé aisément et sans méfiance aura son niveau relevé jusqu'au plafond et vous serez prisonnier derrière. (Event de Cambous (Gard). La Baume de Chadouiller (Ardèche) ou cela aurait pu se produire.

Il faudrait dans de tels cas mettre un factionnaire sous chacune de ces cheminées si le temps n'est pas sûr.

En principe il ne faut pas faire d'exploration de grottes vivantes autrement que par temps au beau fixe. Rares sont les cas où on peut s'y aventurer, et seule la présence de poussière fine sur les parois donne une certitude de sécheresse persistante. (Grotte des « Eaux Chaudes » (B. P.).

Le nombre des cavernes où toutes les galeries se mettent en charge est grand, et il n'en faudrait pas tant pour bloquer tout le monde hors d'atteinte de tous secours.

Si l'entrée correspond à un fond de doline (Hures, Lozère) ou un fond de ravin (Rognès, Gard), ou un lit de torrent temporaire (« Sevenier » Ardèche) on ne prendra jamais as-

sez de précautions. Si l'entrée au lieu d'être un aven ou une grotte est un « évent » (émergence ou résurgence temporaire) la méfiance sera de règle absolument comme pour une « goule » (Fioussoubie, Sauvas, (Ardèche)). Allant vers l'inconnu, nous ignorons souvent de prime abord si l'eau viendra d'en bas ou d'en haut.

Dans bien des cas malgré les précautions prises, si vous êtes loin de l'entrée, vous ne pouvez être averti à temps.

(2) **PREVISION DES ORAGES** : Comment essayer de prévoir le danger ? Deux moyens : 1° la surveillance continue d'un baromètre enregistreur sensible.

2° l'écoute d'un récepteur de T.S.F. accordé sur les « Grandes Ondes ». Ce dernier permettra de se rendre compte de la présence d'éclairs à 200 kil. environ. Si l'appareil possède les ondes courtes, de temps à autre passer sur cette gamme et parcourir toute la longueur du condensateur. Si les éclairs sont percevables c'est que l'orage est très rapproché.

On nous a signalé pour deux événements leur mise en action imprévisible, en plein été, alors qu'aucun orage ne se voyait sur la région, mais nous n'avons jamais contrôlé ces dires. (Event de Roquebrun) (Hérault) et le Lirou (Hérault). Ce phénomène peut être produit par un amorçage de siphon (Belesta) (Ariège) ou par un éboulement intérieur.

(3) **EMPLOI DES GILETS** : Il sera prudent que les explorateurs équipés — donc lourds et incapables de nager — soient revêtus de gilets de sauvetage, dans certaines galeries où varappant au-dessus de lacs profonds ils pourraient glisser et se noyer.

(4) **PASSAGES DE SIPHONS** : Notre collègue Casteret, qui en a une grande expérience, procède ainsi. S'étant mis à l'eau, il nage jusqu'au siphon présumé faisant la planche, il se laisse complètement immerger un moment « sondant » de ses pieds l'épaisseur du bec rocheux ennoyé. Si le passage correspond approximativement à la longueur de ses jambes, il revient à la surface, reprend son souffle, se retourne et passe. Une telle pratique ne peut être que le fait d'un nageur

habile et entraîné au froid. Il nous a été donné de voir, des camarades nager sous terre, mais le froid leur cause une telle réaction vaso-musculaire, qu'ils sont saisis de tremblements et ne peuvent ensuite rester longtemps dans la caverne.

(5) **SCAPHANDRES DE PLONGEE** : Le Ct Le Prjeur a bien établi un appareil ingénieux à masque, où une bouteille d'air comprimé permet au nageur de respirer. Mais comme celui qui s'en sert doit être en tenue de baigneur, il souffre de l'inconvénient cité plus haut. Comme il peut manquer de gaz, il est prudent de l'encorder, mais cette corde peut s'accrocher et devenir une gêne pour lui. Donc de toutes façons forcer un siphon est une entreprise à éviter.

En ce qui nous concerne, nous déterminons soit avec les pieds le point où la galerie continue et faisons faire des travaux de mines au-dessus du plan d'eau. Les blocs se détachent et nous passons.

(6) **SONDAGES DE SIPHONS** : Un procédé pratique consiste à attacher une petite bouteille vide au bout d'une ficelle fixée à l'extrémité d'une perche. On sentira nettement si la bouteille remonte à la surface de l'autre côté du siphon. La ficelle ne doit pas excéder 50 cent. (La Balme La Grotte (Isère)).

XVI^o : EXPLORATIONS DE GROTTES DE FALAISES

Sachant que nombreuses sont celles qui furent habitées aux époques préhistoriques pour des raisons de sécurité, il faut donc les explorer. Mais si jadis les hommes pouvaient y accéder plus ou moins facilement par des corniches, ces dernières se sont éboulées. La desquamation, et en général l'action des agents météoriques en sont cause.

Pour les atteindre il ne nous reste que deux moyens :

1^o les échelles rigides posées en bas de la falaise, si l'ouverture n'est pas trop haute. Elles peuvent être remplacées par des échelles de perroquets en tronc d'arbre (comme nos ancêtres) ou en tube d'acier.

2^o les échelles souples posées du sommet. Un aide devra alors se trouver en bas pour indiquer la situation précise.

Il y a lieu de se méfier d'une difficulté très fréquente rencontrée dans ce genre d'exploration : vu du bas le trou paraît très facilement accessible, mais lorsqu'on l'a atteint à partir du sommet on se trouve devant un retrait de plusieurs mètres. Que faire ? Si le surplomb de la falaise est situé très au-dessus de la bouche il sera aisé de faire « un pendule » et d'aborder. Pour ce faire il faut que l'échelle ait une longueur telle, que le rayon de l'arc de cercle décrit soit calculé exactement pour que vous puissiez atteindre votre objectif. Il ne faut pas que cet agrès soit trop long sans, quoi le morceau pendant en dessous de vous représente d'abord du poids inutile et ensuite plaque contre la paroi ce qui empêche d'atterrir.

Si prendre pied n'est jamais très facile en cas de surplomb le travail est rendu encore plus pénible s'il se trouve près du trou. C'est alors que vous serez dans la nécessité d'employer l'ancre spéciale que nous avons créé. (Pl. II, photo 3) Cet appareil composé de 3 griffes à 120° en nickel-chrome est solidement lié à une corde de 7 m/m. Pendu au point voulu en face et légèrement en contre-bas de l'endroit où l'on veut aborder, on met le mousqueton de sûreté à l'échelle. On jette l'ancre jusqu'à ce que son accrochage soit bien fait dans une fissure, des branchages, une aspérité. Sa corde est attachée par deux tours, autour de l'une de celles de l'échelle. D'une main on tire sur l'ancre, et de l'autre on fait glisser les « deux-tours-freins » de la cordelle. Centimètre par centimètre, on s'avancera vers la corniche en retrait. La traction devient de plus en plus dure et il faut se méfier que l'ancrage peut glisser ce qui a pour effet de rappeler vivement l'ancre vers vous et vous blesser.

Pour un travail aussi pénible, il est bon d'être encordé, et d'être en liaison téléphonique avec le haut.

Sous aucun prétexte ne lâcher le bout de l'échelle après l'abordage. Celle-ci devra être attachée au mousqueton à rallonge jusqu'au moment où on l'aura fixée au point sûr.

Suivant la situation de la cavité sur la falaise, on remontera après sa visite, ou on fera un rallongement d'échelle pour, au contraire, atteindre le bas.